THE SECOND MACHINE AGE

第二次机器革命

数字化技术将如何改变我们的经济与社会

[美] 埃里克·布莱恩约弗森　安德鲁·麦卡菲◎著
蒋永军◎译

Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies

中信出版集团

版权信息

书名：第二次机器革命

作者：[美]埃里克·布莱恩约弗森 安德鲁·麦卡菲

ISBN：9787508669755

中信出版集团制作发行

这是一个万物复苏、万物迸发、万物生长的时代。

一年是一年，那是200年前；一月是一年，属于20年前；一天是一年，

那就是现在……

数字化、智能化、自动化、摩尔定律、棋盘的另一半……重组式创新、

指数级增长……

有一种力量可以重塑、改写社会发展的进程，

更有一种力量可以左右你的世界，预判你的未来，

第二次机器革命时代来临了！

献给玛莎·帕弗拉基斯（Martha Pavlakis），我一生的爱。

献给我的父母，戴维·麦卡菲（David McAfee）和南希·哈勒（Nancy Haller），他们给我提供了一切可能的机会，让我创作《第二次机器革命》这本书。

专家、学者、企业家热评

“这是一本比《世界是平的》更给人以震撼和启迪的书。

——吴伯凡

《21世纪商业评论》发行人、“冬吴相对论”主持人

以蒸汽机为标志的第一次机器革命让人类拥有了力大无比的帮手。‘1.0版’的机器是‘四肢’远比人类发达但脑力为零的‘大力士’，它们高效而可控地‘外包’着人类的体力。而以机器人、3D打印机、超级计算机为雏形的新机器导致了人类脑力的大幅度外包。这种‘灵长类机器’是一个全新的‘物种’，其真正的特性不仅在于它们具有脑力，更在于它们的脑力能够以巨大的加速度持续进化。

新机器大爆炸、大裂变式的脑力增长将不断释放令人震惊的生产力，在诸多方面将不断地让人类自叹弗如，人类以往对生产力的计量体系将面临穷尽和崩溃。

新机器既是人类的帮手，也是人类的对手。人类将日益面临与新机器的残酷竞争。

凭借劳动力成本优势而赢得比较优势的国家（比如中国和印度）可能很快会陷入相对的劣势之中。个人和国家获取竞争优势的唯一途径，是如何以‘四两拨千斤’的太极手法赢得竞争——做只有人能做的事、干机器自叹力不胜任的活儿，找到‘最不易被机器夺掉饭碗的职业’。这是这个‘美丽新世界’里国家、企业、个人竞争战略的基点。”

“如何打造、使用并适应数字化产品和技术将决定我们在21世纪里能否获得成功。我们的新技术是一种促使社会发展的力量，还是一种阻逆社会进步的力量？《第二次机器革命》这本书将会告诉你，成功能否实现，又将如何实现。”

——加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）

第13位国际象棋世界冠军

“埃里克和安德鲁走在了时代的最前沿，现在，通过这本书，他们也引领我们跟上了他们的脚步。这是一本深入观察未来技术将给我们的经济和社会带来哪些重大变革的书。如果你和你的孩子们想在未来有所准备，那么就阅读《第二次机器革命》吧。”

——佐伊·贝尔德（Zoë Baird）

马克尔基金会主席

“针对数字技术如何改变经济——这一刚刚开始的社会进程，《第二次机器革命》给我们提供了极其重要的视角。埃里克和安德鲁的理论基点是：当大规模科技创新深刻地重塑我们这个世界时，我们需要创造一种新的商业模式，需要新的科学技术以及新的政策体制来扩展、强化人类的能力，只有这样，我们每个人才能在这个逐步走向自动化的时代里获得充分的经济自主。”

——里德·霍夫曼（Reid Hoffman）

LinkedIn（领英）联合创始人兼执行主席、《纽约时报》畅销书《至关重要的关系》（*The Start-up of You*）合著者

“虽然我阅读过很多同类的书，但《第二次机器革命》真的帮助我看清了明天的世界将以指数级增长而不是以算术级增长——不论是宏

观世界还是在微观领域。这也就意味着不论是教育者还是学习者，都要赶上这一社会发展的潮流。这本书给我们描绘了一个极其令人兴奋的未来。”

——克莱顿·克里斯坦森（Clayton M. Christensen）

哈佛商学院教授、《创新者的窘境》（*The Innovator's Dilemma*）作者

“布莱恩约弗森和麦卡菲是对的：这是一个技术促动社会重大变革的时代。在这个时代里，我们处于浪潮之巅。任何人如果想获得长远的富足与进步，就一定要读一读《第二次机器革命》这本书。我将鼓励我们所有的企业家阅读这本书，同时希望他们的竞争对手不要读到这本书。”

——马克·安德森（Marc Andreessen）

Netscape（网景公司）和安德森·霍洛维茨基金联合创始人

“在这本充满积极和智慧力量的书中，布莱恩约弗森和麦卡菲极其鲜明地阐述了智能机器人将给我们的社会带来哪些红利。但他们讨论认为，要想获得这些红利，依靠的是找到与机器协作而不是与机器对抗的方式。这也就意味着，像我这样的人，需要生产更容易操控和使用的机器。最终，那些钟情于新技术的人将会成为受益最多的群体。”

——罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）

Rethink Robotics（新型机器人制造公司）董事长兼首席技术官

“毋庸置疑，新技术可能会给我们的经济和人类的福祉带来翻天覆地的变化。布莱恩约弗森和麦卡菲撰写了一本探讨我们未来10年都要

面对的由技术驱动带来的机会和挑战的书。任何人如果想了解新技术将如何改变我们的经济社会，都要从这本书开始。”

——奥斯坦·古尔斯比（Austan Goolsbee）

芝加哥大学布斯商学院经济学教授、美国经济顾问委员会前主席

“《第二次机器革命》非常有助于我们更好地了解我们正在进入的这个新世纪。在这个世纪里，人类只有同机器合作才能发挥最大的潜能。凭借其可行的经济分析，这本令人激动不已的书更加具有前瞻性，也很适合大众读者阅读——它的确是一本必读书。”

——约翰·希利·布朗（John Seely Brown）

Xerox（施乐公司）前首席经济学家

“布莱恩约弗森和麦卡菲做了一件让人非常吃惊的事情，他们阐述了技术的发展进程，描绘了未来的发展前景，探讨了技术进步给经济社会带来的革命性影响，并提供了切实可行的政策建议。这绝对是一本必读书。”

——维维克·瓦德华（Vivek Wadhwa）

杜克大学普拉特工程学院研究主管

“技术正在颠覆我们这个经济世界，《第二次机器革命》将会是这场巨大变革的最佳诠释。”

——凯文·凯利（Kevin Kelly）

《连线》杂志创始主编

推荐序一

与机器竞赛——如果我有一把锤子

在埃里克·布莱恩约弗森和安德鲁·麦卡菲令人着迷的新书《第二次机器革命》中，我最喜欢的一个故事是，当荷兰国际象棋大师扬·海恩·多纳尔被问到与一台像IBM（国际商业机器公司）制造的“深蓝”（擅长国际象棋）这样的计算机对弈前如何准备时，他回答道：“我会带一把锤子。”

幻想着要把软件和自动化领域最新技术进步击碎的人，并不只是多纳尔一个。想一想无人驾驶汽车、机器人工厂和人工智能预订员，它们不仅仅在以飞快的速度替代蓝领工人的工作，也在替代白领阶层的工作，甚至连大师级的人物也不放过！

在过去的10年里，发生了一些很大的事情。每一种工作、每一座工厂、每一所学校，都能感受到这种剧变。我自己的总结是，这个世界已经从连接转变为超级连接，结果是一般化已经终结了，因为雇主现在可以轻而易举地从国外获得高于一般水平的软件、自动化设备和低劳动力成本的人才。麻省理工学院的布莱恩约弗森和麦卡菲对此提供了一个非常详尽的解释：第二次机器革命时代的序幕拉开了。

他们讨论认为，第一次机器革命时代是18世纪末期伴随着蒸汽机诞生的工业革命。这一时期“几乎所有的动力系统都在延展人类的肌肉力量”，麦卡菲在一次接受采访时说：“在那个时代，每一种后续的发明都在释放越来越强大的动力，但它们的动力都需要人类做出决定和

发出指令。”因此，这个时代的创造实际上是由人类控制的，劳动力也因此显得“更有价值、更重要”。人类劳动力和机器是互补的关系。

然而，在第二次机器革命时代，布莱恩约弗森认为：“我们正在开始对更多认知性的工作，以及更多的动力控制系统进行自动化。”在很多情况下，今天的人工智能机器能够发出比人类“更优化”的指令。因此，人类和受软件驱动的机器可能正在变成替代关系，而不是互补关系。两位作者认为，促使这一切成为可能的是三个刚好达到引爆点的巨大技术进步，他们把这些技术进步描述为“指数级的增长、数字化的进步和组合式创新”。

在阐释“指数级的增长”时，他们复述了国王和国际象棋发明者的故事：国王对这位发明者的印象非常深刻，决定给予他任何想要的奖赏。发明者说，为了养活全家，他只要大米就行了。他请求国王在国际象棋棋盘的第一个方格里放一粒米，之后每一个方格里所放的米粒数量都是前一格的两倍。国王同意了——直到他意识到63次加倍的数量将会生成一个让人难以想象的大数字，因为即使在开始的时候只放一粒米，要填满棋盘的另一半也将需要百万的三次方再乘以18数量的米。

两位作者把棋盘的另一半和数字化计算能力每两年疯狂成倍增长的摩尔定律进行了对比。蒸汽机是实体的且每隔70年其性能才会翻一番，而计算机的“性能和运算速度超越了以往的任何东西”，布莱恩约弗森说。现在我们正处于棋盘的另一半，你可以看到行驶中的无人驾驶汽车、在《危险边缘》节目中赢得比赛的超级机器人、灵活的工厂机器人和小巧玲珑但性能完全可以媲美二三十年前超级计算机的智能手机。

现在，随着互联网和物联网的延展，很快全球每个人都会拥有一部智能手机，而且每一台收银机、飞机发动机、学生用的iPad（一款苹果公司的平板电脑）、恒温器都可以通过互联网发布电子数据。所

有这些数据意味着我们瞬间就可以发现和分析某个生产和操作模式，瞬间就可以复制全球规模的某条生产线，瞬间就可以提升某项生产和操作技能——不论是眼部外科手术、教学分数还是在3万英尺（1英尺=0.3048米）高空操控一台通用公司的发动机。突然之间，两位作者讨论认为，技术提升的速度和幅度变得异常迅速和剧烈。

组合式创新意味着你可以把Google（谷歌）地图和像Waze这样的智能手机应用程序组合在一起，通过这种组合式技术，驾驶员只需要把他们的手机放在车里就可以自动接收交通路况信息，而且把这两者的组合融入一个GPS（全球定位系统）中，不仅可以告诉你到达目的地的最佳路线，还能告诉你哪条路线现在是最佳的——因为这个系统能看到所有的交通状况。瞬间，你就会成为某个城市里最聪明的驾驶员。

把所有的这些进步整合在一起，两位作者说，你就能看到我们这一代人，将能够依靠更少的人和更多的技术，前所未有地拥有更多提升（或摧毁）这个世界的能量。

但这也意味着我们需要深刻反思我们这个社会的契约，因为劳动对一个人的身份和尊严，对一个社会的稳定是非常重要的。他们建议我们要对人类劳动力减少征税，以使其与数字化劳动力相比使用成本更低；我们要对教育进行变革，以使更多的人能够“与机器竞赛”，而不是与它们对抗；我们还要做很多提升创业精神的事情，因为它能创造新的行业和就业机会；我们甚至还可以考虑给予每个美国人基本收入保证。

两位作者认为，我们还需要进行深入的再思考，因为我们不仅正处在经济衰退、就业下滑的状况中，还处在重塑工作间、办公室的技术风暴之中——而且这种风暴还在加倍增长。

托马斯·弗里德曼

《纽约时报》专栏作家、《世界是平的》作者

推荐序二

超越极限

席卷全球的金融和经济危机，逼迫人们于痛定思痛之际，重新审视传统的生产与生活方式，思考未来社会变革的动力与方向。

然而，一个令人颇为难堪的反省结果是，当今社会发展似乎已经抵达这样一个临界点：经济增长的福祉正为与之相伴的负面影响所抵消，人类为实现增长而付出的环境、资源、社会乃至精神等成本，正在超过从经济增长中获取的正收益。换言之，所谓"经济"的增长，开始变得"不经济"。

否极泰来。要推进人类文明的持续进步与发展，让更多人分享发展成果而不是承受经济增长的代价，就必须超越既往发展模式，开辟一条全新的发展路径。

在《第二次机器革命》一书中，埃里克·布莱恩约弗森和安德鲁·麦卡菲分析研究了自工业革命以来，特别是20世纪中后期数字化以来的技术经济演绎脉络，预示了一个令人耳目一新的大趋势。如果说，肇始于18世纪的以蒸汽机技术为标志的工业革命，开启了突破人类和动物肌肉极限的第一次机器革命时代，实现了生产力的极大飞跃，"使得整个世界早期发展历史的所有剧本都显得拙劣无比"。那么，发端于20世纪中叶的以数字技术为代表的新一轮科技和产业变革，则意味着第二次机器革命时代的来临。在这个全新的时代里，人类将不再满足于肌肉力量的突破与超越，而是要进一步致力于大脑智慧的拓展与延

伸，以创意和创新的力量，取代以往发展和增长的基本动能，进而实现“指数级增长、数字化进步和组合式创新”。

两位研究者的论断，乃是基于这样的现实：随着计算机硬件、软件、互联网、大数据等技术的迅猛发展和广泛应用，亦即数字化技术框架的基本成型，一个全新的基础环境和技术经济生态圈正在形成。在此背景下展开的包括3D打印、新能源、新材料、生物技术、环境保护等在内的产业革命，将不仅仅是单纯的科技、产业或者经济意义上的变革，也将对人们的思想观念、生产形态、生活方式、社会结构、人文心理甚至政治治理等产生广泛而深刻的影响。

从这个意义上说，从第一次机器革命到第二次机器革命，既是两个前后相继的历史阶段的接续，更是人类社会发展史上一次划时代的超越。

如果说，第二次机器革命为人类社会走出危机的阴影昭示了光明的前景，那么，与此同时，它也对第一次机器革命的种种极限提出了挑战。对于处在艰难转型期的中国来说，没有什么比抓住机遇、迎接挑战更为迫切的了。

挑战之一，就是要超越“消耗资源+牺牲环境”的增长极限。

人类身处不同的发展阶段时，依赖的主要资源也不相同。农业文明时期，人类主要依赖土地、水、生物、气候等自然资源。工业文明时期，化石能源、矿产资源和生物质资源等成为生产生活的主要对象和来源。而随着建立在现代科学技术基础上的工业化的不断深入，人类对自然资源索取的规模越来越大，效率越来越高，同时对自然生态环境的“祸害”也越来越重。久而久之，经济发展成为资源环境难以承受之重。进入21世纪，经济发展与资源环境承载能力之间的矛盾越演越烈，全球共同面临着资源能源、粮食与食品安全、人口健康、生态环境、气候变化等一系列严峻的挑战。

在此背景下，第二次机器革命的意义愈加显现：以对信息和智能的开发，代替对大自然的攫取，寻求创新、绿色、包容、可持续的发展。在这崭新的文明形态下，知识和信息将成为经济社会赖以发展的主要资源。知识和信息资源克服了自然物质资源的排他性和消耗性，能够为不同人群分享和使用，并且能够引导自然物质资源的永续利用。只有这样，方能够突破第一次机器革命的资源约束与增长极限，进入“天高任鸟飞，海阔凭鱼跃”的发展新天地。

挑战之二，就是要超越在“自然物质+传统大机器”生产方式下形成的思维与发展定式。

存在决定意识。由蒸汽机、钢铁、石油、电气化、重化工等一路走来的人们，难免会形成对“金属力量”的崇拜。在经济社会发展中，其具体表现就是重视工程项目、偏好规模经济、以外延式扩张寻求发展、唯GDP马首是瞻等。

然而，种种迹象显示，传统生产方式在尽享昔日风光后，已经步入“边际效益递减”的强弩之末。有学者研究推算出，2010—2013年，我国每增加1万元的GDP，就需要增加投放分别为1.67万元、2.57万元、2.65万元和3.25万元的广义货币。单位GDP增量所需增加投入的广义货币供应量越来越多。

进入第二次机器革命时代，“智慧力量”将更多地支配甚至取代“金属力量”。人脑智慧的开发延展，知识信息的聚合处理，新创意的融汇运用，数字技术与大规模机器生产的深度结合，正在给传统生产方式带来颠覆性的变化。在一些现代制造业和服务业公司，我们看到，通过整合应用硬件、软件、数据、网络、感应器等技术，实时采集、监控生产与服务过程中产生的海量数据，进行智能分析和决策优化，实现个性化设计、柔性化制造、网络化生产与服务……

我们习以为常的“存在”已变，与之相应的“意识”则亟待更新。新时代要求我们以全新的思维和眼光，重新审视和定义诸如“要素”、“生产”、“发展”、“GDP”等传统经济学概念。超越之后是坦途。当新的力量推动新的进步时，新的发展“红利”必将由此产生。

挑战之三，就是要超越一个个“利益中人”——现实中的你、我、他。

假如你是一个雄心勃勃、一心想建功立业的地方执政者，当你在大力开发矿藏以实现任内经济腾飞和留得“青山”给子孙后代的两难抉择中，你将怎样取舍？

假如你是一个手握重金的实业投资者，一边是可望在近期获取巨额利润却可能使青山绿水黯然失色的重工业项目，一边是投资回报期较长、生态与社会效益显著的环保工程，资本的天平将倾向何方？

假如你是一个具有一定经济实力且讲求生活品质的消费者，对诸如“为了减少碳足迹请适度节制消费”之类的说教，能否听得进去并身体力行？

假如你是一个正在选择学业乃至就业方向的年轻人，你知道什么是第二次机器革命时代的“朝阳产业”和“夕阳产业”吗？

……

诸如此类的拷问，无异于向我们每一个人提出了这样的问题：面临第二次机器革命和由此开创的新纪元，你准备好了吗？如果还没准备好，推荐你读一读这本可能帮助你超越视野局限的书。它虽然是一部宏大叙事之作，但真的离我们很近。

杜跃进

《经济参考报》总编辑

中文版序

我们非常荣幸，也很高兴这本书能在中国出版。最近一些年，我们多次到访中国。像大部分到访者一样，我们对中国在众多领域变化的规模和速度惊叹不已。这个国家实现的两大目标给人留下了深刻的印象。一是，在仅仅几十年时间里，中国从一个几乎不发达的国家转变成全球经济的引擎。中国的公司呈现出让人吃惊的增长速度，且正在主导越来越多的行业。二是，中国大幅度提升了国民的生活水平。数亿中国人已经摆脱了贫困，中产阶层也在增长，创新者和企业人士在一代人的时间里就实现了让人难以想象的成功。

我们把中国看作第一次机器革命时代一个最近成功的伟大典范。正像我们在这本书的第1章里所讨论的，第一次机器革命时代开始于以蒸汽机为特征的18世纪末期。紧接着，电动机、内燃机以及很多其他创新技术的出现，使人们克服了肌肉力量的限制。很多国家在中国之前掌握了第一次机器革命时代的工具和技术，但没有哪个国家能像中国一样，如此迅速地从中获得巨大的利益。

现在，我们又面临着一个非常重要的、让人深思的问题：哪些国家能够在第二次机器革命时代力拔头筹？正像我们所阐述的，这个时代不是以增强肌肉力量的机器为特征的，相反，它是以增强人类思维能力为特征的。人工智能、大数据、创新网络、高能机器人、3D打印机和基因技术已经在使工作岗位、公司和整个行业发生巨大的变化，而以上这些仅仅是第二次机器革命时代的最初产物，我们非常自信地认为，更多的新生事物将会纷纷到来。

我们也自信地认为，世界每个角落里的人们都会从第二次机器革命时代获益良多，因为在这个时代里，人们可以以更高的质量和更低的价格消费更大体量和更多种类的产品。事实上，在很多情况下，第二次机器革命时代的新产品和服务都是免费的。我们把“技术进步”这种幸福、美妙的现象称为“红利”，从娱乐到教育，再到健康护理……在任何方面，我们对这种红利都能感同身受。中国以及全世界的人们都可以从这种红利中获得充裕和富足。

然而，人们不仅仅是消费者，他们中的大多数也是劳动者。他们通过自己的劳动获得报酬。正像我们所描述的，第二次机器革命时代给各行各业的很多劳动者都带来了挑战，因为现在数字化的机器已经掌握了很多过去只有人类才能掌握的技能。计算机和软件对知识类的工作已经做到驾轻就熟：倾听、理解、演讲、推理、写作以及模式识别等，而且机器人正在迅速掌握直立行走、操作目标对象和掌控人造环境的能力。

但我们讨论认为，这种进步所带来的重要影响不仅仅是使红利增加，同时也带来了各种分化：在高技能和低技能的劳动者之间，在资本和劳动力的回报之间，以及在超级明星和其他劳动者之间。这种分化在全球范围内不断扩大：越来越多国家中产阶层的财富大幅缩水，社会的可流动性也越来越弱，最富有的阶层和社会的其他阶层差距越拉越大。技术进步是带来这些变化的最强动力之一，而且未来这种动力会越来越强大。

可以说，第二次机器革命时代给我们带来了巨大的收益，但也给我们带来了巨大的挑战。在这个时代，最繁盛的国家将会是那些能够促进红利增长并能够使分化最小化的国家。在这本书的最后章节里，我们对如何做到最好提供了建议。

孔子教导我们“工欲善其事，必先利其器”。在好几个世纪里，中国人民都是创造强大的新工具和新技术的佼佼者。但在第一次机器革

命时代，中国却没有成为领头羊。在第二次机器革命时代，中国能否重返霸主地位？中国有超过10亿的潜在创新者，这将是无与伦比的无价资源。中国正在提供巨大的教育机会，并且用数字化将他们连接在一起。

我们不知道这些努力将带来多大的成功，但我们知道一件事情：在第一次机器革命时代运转良好的策略，在第二次机器革命时代并不一定能够带来繁荣。在未来的技术竞赛中，最成功的国家将是那些积极变革并且能够跟上技术进步的国家。在这本书中，我们讨论了成功的国家将如何进行教育变革、培育企业家精神，如何在税务、管理制度、社会政策和文化规范以及很多其他根本性的方面进行变革。

在最近几十年里，中国已经展现出进行自身变革的令人艳羡的决心和意志，通向成功彼岸的道路已经铺就。我们希望这本书能够鼓舞并激励更多第二次机器革命时代所需要的变革。

埃里克·布莱恩约弗森

安德鲁·麦卡菲

第1章 最伟大的故事：时代的大画面

“技术是上帝的礼物——除了生命之外，它可能是上帝赐予人类最伟大的礼物。它是文明、艺术和科学之母。”

——弗里曼·戴森（Freeman Dyson）

美籍英裔数学物理学家、普林斯顿高等研究院教授

迄今为止，人类历史上最重要的发展和进步是什么？

任何对这一问题进行过调查的人都知道，这是一个很难回答的问题。其中一个原因是，我们要考证“人类历史”究竟是什么时候开始的。早在大约6万年前，身体结构和行为举止接近现代人类并且拥有语言能力的智人就已经广泛分布在非洲大陆了。到公元前25000年，智人已经席卷尼安德特人和其他原始人类，在那之后，就没有大脑发达、能够直立行走的人种同智人竞争了。

我们可能会认为公元前25000年是一个开启人类足迹的合理时间点——如果不是冰川世纪的来临阻断了这一进程。人类历史学家伊恩·莫里斯（Ian Morris）在他的书《西方将主宰多久》（*Why the West Rules-for Now*）[注]中，开始追踪公元前14000年以来的人类足迹——那时的世界已经明显地开始变暖了。

这一问题难以回答的另一个原因是，我们不清楚应该使用什么样的标准：一个真正重要的发展进程是如何构成的？从某种意义上讲，我们大多数人都会认为，一件大事或者某种增长、进步会大大改变世界的运行轨迹——那种使人类历史的发展进程发生“转折”的事件。很

多人认为，动物的驯养就是这类事件，因为它是我们人类早期最重要的成就之一。

狗可能早在公元前14000年就已经被驯养了，但马不是；8000多年后人类才开始驯养马，并把它们关在畜栏里。牛也是在那个时候开始被驯养（大约公元前6000年），并被套住犁地的。役畜从单纯的驯养到用于农业劳作与生产，早在公元前8000年就已经开始了。

农业确保了充裕和可靠的食物来源，又反过来促进了人类的群居生活，最终，城市出现了。城市又反过来成为掠夺和统治的目标。因此，人类重要的发展进程应该包含伟大的战争行为和发动战争的帝国。蒙古帝国、罗马帝国、阿拉伯帝国和奥斯曼帝国——举这4个帝国就已足够，它们都极大地改变了世界；它们在一个广袤的区域内影响了帝国的臣民和商业的发展。

当然，一些重要的发展进程与动物、植物或者战争中的人们无关。哲学家卡尔·雅斯贝尔斯（Karl Jaspers）注意到，佛祖释迦牟尼（乔达摩·悉达多，公元前563—前483年）、孔子（公元前551—前479年）和苏格拉底（公元前469—前399年）所生活的年代非常接近（但生活的地方不同）。雅斯贝尔斯分析认为，释迦牟尼、孔子和苏格拉底都是公元前800—前200年“轴心时代”[注]（Axial Age）的核心思想家。雅斯贝尔斯把这个时代称作“一次深呼吸带来了最清醒的意识和观念”，他同时认为，在那个时代的思想家的熏陶下，三大主体文明——印度文明、中国文明和欧洲文明，也兴盛了起来。

就像释迦牟尼开创了世界最主要的宗教之一——佛教一样，人类共通的理念也推动了人类社会的主要发展进程，包括印度教、犹太教、基督教和伊斯兰教这些主流信仰的产生。每一种宗教信仰都影响了数以亿计民众的生活福祉与人生信仰。

很多宗教思想和启示是以书面文字的形式传播的，这种书面文字本身就是人类历史的根本性创新。实际上，与其激烈地争辩文字书写是在什么时候、在哪里以及如何发明的，还不如保险一点地说，文字书写的历史起源于公元前3200年的美索不达米亚平原地区。书写符号促进了那时计数方法的出现——但这不包括“零”的概念；我们现今的计数方法就是以那时的计数方法为基础的。现代计数系统，也就是被我们称为阿拉伯数字的计数系统，起源于830年前后。

就这样，重要的社会发展进程不断出现。雅典人于公元前500年开始了民主进程。在14世纪四五十年代，黑死病使欧洲的人口锐减了至少30%[注]，哥伦布则在1492年扬帆蓝色的大海，开始了沟通并改变新世界与旧世界的探险之旅。

---

1. 《西方将主宰多久》一书已由中信出版社于2014年5月出版。——编者注

2. 轴心时代，由德国哲学家卡尔·雅斯贝尔斯提出的哲学发展理论。意指公元前800—前200年这段时期。在这期间，不论是中国、印度还是西方，都有革命性的思潮涌现。在中国，轴心文明的标志就是孔子及其儒家学说。——译者注

3. 对于欧洲来说，14世纪四五十年代是一个极为悲惨的时代。1347年—1353年，席卷整个欧洲的黑死病（鼠疫），夺走了2500万欧洲人的性命，占当时欧洲总人口的1/3。——译者注

一张图表的人类历史

那么，我们如何清晰地判断这些社会发展进程中，哪些是最重要的呢？可以说，上面所列的所有发展进程都有坚定的支持者——人们习惯于以强有力的理由证明一种社会发展进程的重要性要远远高于其他进程。在《西方将主宰多久》一书中，一个基本性的讨论摆在了伊恩·莫里斯的面前：任何对人类事件和社会发展进程的排列或者比较都是有意义或者合理的吗？很多人类学家和一些社会学家持否定的观点。但莫里斯却不赞同这些观点，他在《西方将主宰多久》中大胆地尝试量化人类的发展进程。正如他所写的："把浩如烟海的史实证据缩减为简单的数字得分有其缺点，但也有一个很大的优点，就是可以让所有人面对相同的证据，并得出惊人的结果。"换句话说，如果我们想要知道哪些社会发展进程大大改变了人类历史的发展曲线，就要把这一发展曲线描绘出来。

在对"社会发展"（指的是一种掌控物质和知识环境的群体能力）这个词语进行数量化界定时，莫里斯做了很多认真而细致的工作。注 正像莫里斯所想象的，结果是令人吃惊的——事实上是让人大吃一惊。莫里斯研究的结果是，迄今为止所有讨论过的发展进程都是无关紧要的，大大改变人类历史发展曲线的因素跟以前的研究结果大相径庭。在图1–1中，全世界人口总数随着社会发展进程而变化的趋势也展现了出来。正像你所看到的，这两条线几乎是完全重合的。

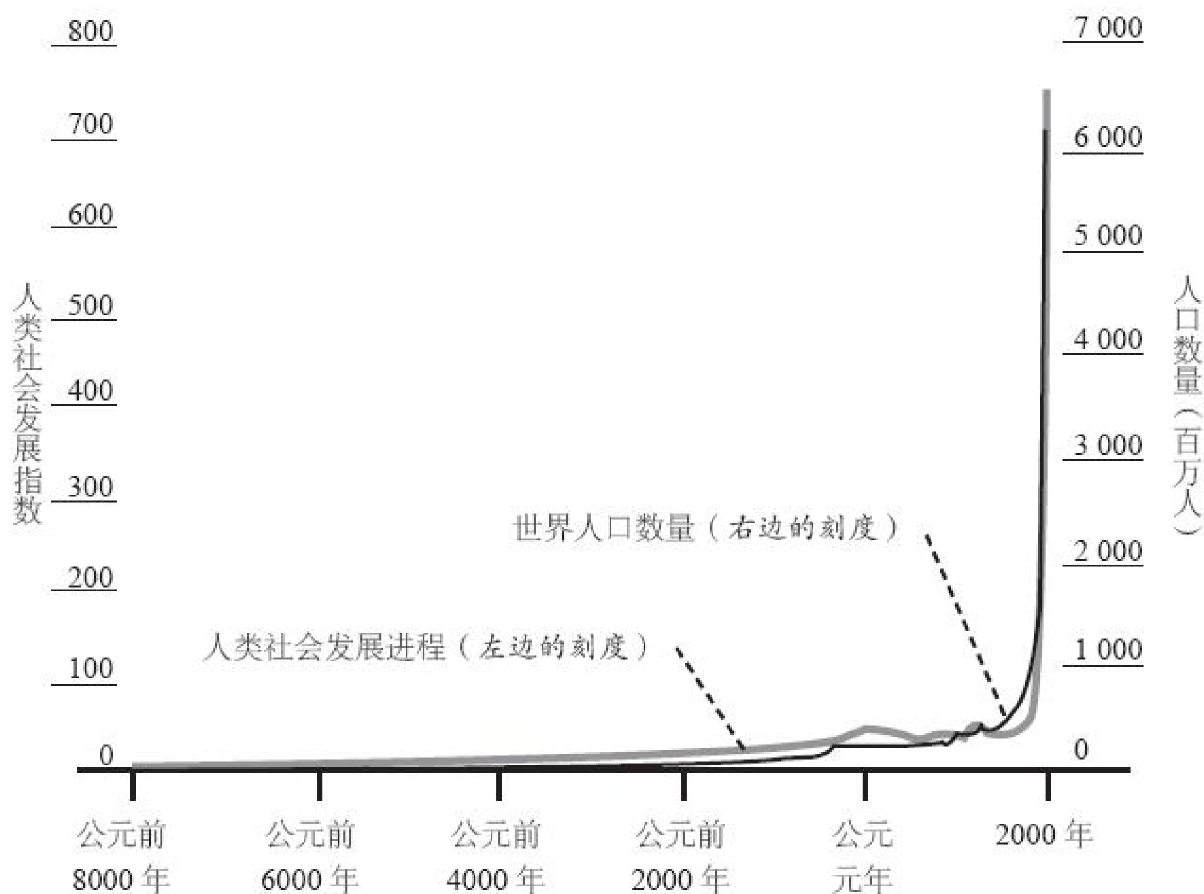


图1–1 从数据上看，人类历史的大部分时期都是乏味的

数千年以来，人类发展曲线一直呈现出平缓向上的趋势。社会的发展与进步极其缓慢，以至于几乎无法辨清。牲畜和农业、战争和帝国、哲学和宗教都没有发挥更大的影响力。但正好在200多年以前，剧变发生了，人口和社会发展使得人类历史的发展曲线几乎弯曲了90度。

---

1. 莫里斯用4个指数来界定社会发展，即：能量获取（每个人从社会环境中获得的卡路里，主要用于食物消耗、家庭和商业消费、工农业生产以及交通运输）、社会组织（最大城市的规模）、战争能力（军队的数量、武器的发射速度和打击能力）以及信息技术（共享和处理信息的工具、能力以及使用程度）。这4个指数中的每一个都可以转化成一个数字——这个数字随着时间在0~250分间变化。所有的社会发展进程可以简单地归结为这4组数据的组合。因为莫里斯感兴趣的是西方（不同时代的欧洲、美索不达米亚地区和北美，主要是看哪个地区最发达）和东方（中国和日本）的对比。他分别评估、计算每一个地区的社会发展进程，时间跨度从公元前14000年到公元2000年。在

2000年，东方仅仅在社会组织上比西方更高效（因为东京是世界上最大的城市），其社会发展得分为564.83分。西方在2000年的得分是906.37分。我们取的是这两个数值的平均值。

进步的机器

现在，你可能已经猜中了那是什么。摆在你面前的这本书是一本探讨技术发展对社会产生影响的书，因此，我们这种开篇阐述技术重要性的方式颇具说服力。图1–2中18世纪末期的突然转折，也与我们耳熟能详的社会大发展契合：工业革命开始了，它几乎集聚了机械工程、化学工业、冶金术以及其他行业所有的社会发展刺激因素。在这里，你很有可能会做出判断，这些技术发展推动了人类社会发展突然、快速而持续的进步。

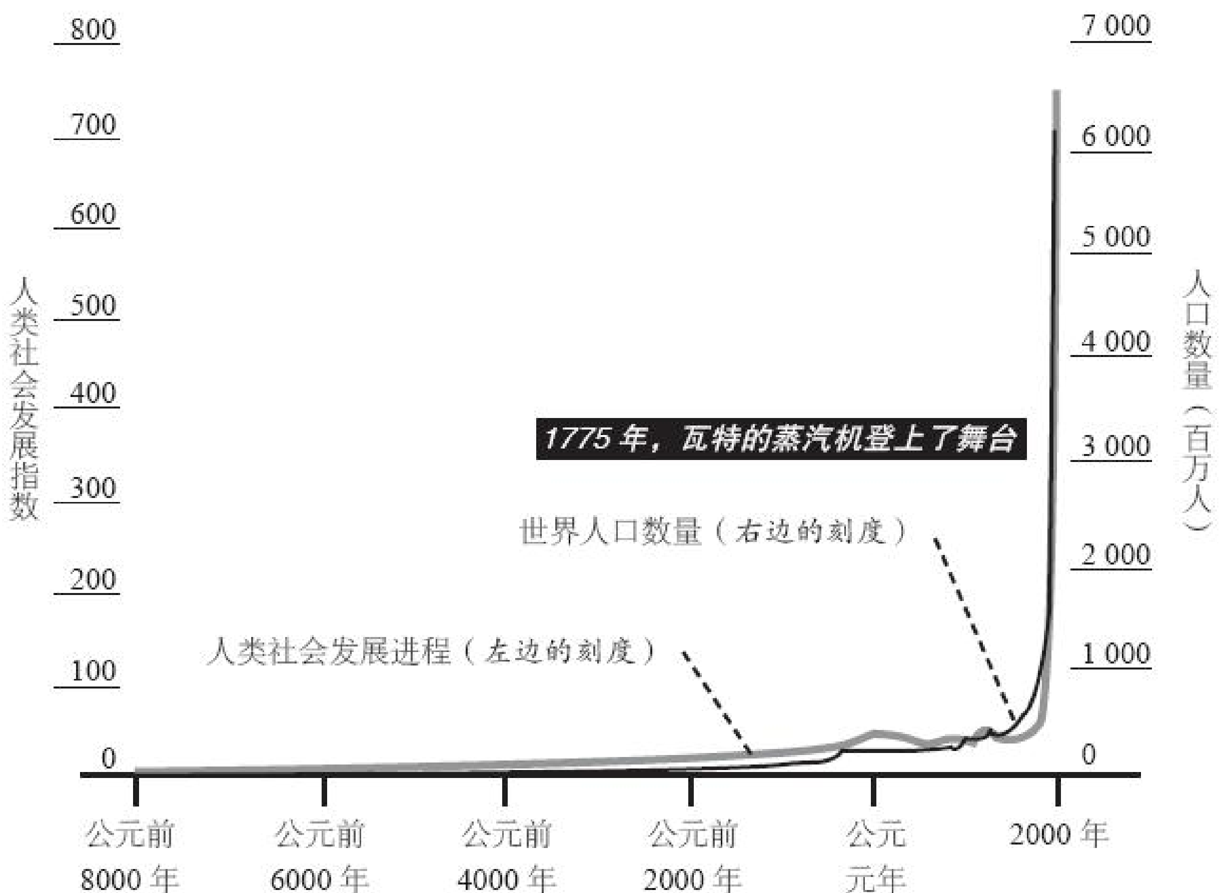


图1–2 是什么大大改变了人类历史发展曲线？答案是工业革命

如果你这样认为的话，你的答案几乎就是对的了。我们甚至可以更准确地判断出，哪一种技术是最重要的。这种技术就是蒸汽机，或者更准确地说，是18世纪后半叶，詹姆斯·瓦特以及他的伙伴们发明和改造的蒸汽机。

在瓦特之前，蒸汽机是非常低效的，它只能利用燃烧煤炭所产生的1%的能量。瓦特在1765年—1776年发明的分离冷凝器把蒸汽机的热效率提高了3倍。正如莫里斯写道的，这是一项截然不同的发明："虽然蒸汽革命用了几十年的时间才展现出来……但它毫无疑问是整个人类历史上最大且最快的改变。"

当然，工业革命不是只有蒸汽机，但是蒸汽机开启了工业革命的所有进程。它超越了所有的技术进步，克服了人类和动物肌肉力量的限制，让人类可以随心所欲地使用能源产生的动能。这一进程催生了工厂和大规模生产，铁路和大规模运输时代到来了。或者可以说，它开启了人类现代意义上的生产与生活。工业革命引领了人类第一次机器革命——我们的社会发展进程第一次主要由技术创新驱动，这一次机器革命堪称我们整个世界最深刻的社会大转折。[注]源源不断产生的机械动力如此重要，借用莫里斯的话说，它"使得整个世界早期发展历史的所有剧本都显得拙劣无比"。

现在，第二次机器革命时代到来了。就像蒸汽机及其他后来的技术发展克服并延展了肌肉力量一样，计算机和其他数字技术——那种用我们的大脑理解和塑造环境的能力，正在对金属力量[注]做着同样的事情。这些新技术正在帮助我们突破以前的种种能力限制，并引领我们进入新的领域。这种变革的力量究竟是如何发挥出来的还是个未知数，但这场新的机器革命能否大大改变人类历史发展进程的曲线——就像瓦特发明的蒸汽机所做的那样，则是一件极其重要的大事。这本书将会为你解释人类历史的发展进程是如何被大大改变的，以及这一切为什么会发生。

到目前为止，一个简洁的答案是：金属力量。因为它能掌控我们的物质和知识环境，并且具备达成某些结果的能力，所以它对于社会发展和进步的重要性至少不低于我们的身体力量。因此，很多人对金属力量重要性的吹捧也达到了史无前例的程度，就像早前人们对身体力量的吹捧一样。

---

1. 我们把工业革命看作第一次机器革命。然而，一些经济历史学家也把19世纪末期到20世纪初期贴上“机器革命”的标签，以指代技术高速发展的时代。同样的时期也被一些人称为第二次工业革命，在后面的章节中我们还会提到。
2. 金属力量指的是以第一次工业革命和第二次工业革命为背景的机械制造、钢铁生产以及铁路运输系统。——译者注

和数字技术握个手

我们之所以写作这本书，是因为我们非常迷惑。多年以来，我们一起研究像计算机、软件和通信网络这样的数字技术对社会发展的影响力，并且认为我们已经非常好地理解了数字技术所发挥的能量以及所限之处。但在过去的几年时间里，这些数字技术却开始让我们吃惊了。计算机开始诊断疾病，和人类进行听说交流，还能创作高水平的散文和诗歌，而机器人也开始围着仓储货柜忙个不停，无人驾驶汽车可以在几乎不用导航的情况下畅行无阻。长期以来很多人一直忽略不计的数字技术，好像突然之间成为新的宠儿。这一切是如何发生的?这种发展与进步（既突如其来，又堪称一个社会发展进程）的意义是什么?

我们决定联合起来进行研究，看一看我们究竟能否回答这些问题。我们的研究与普通的商业、学术研究没有什么差别：阅读大量的论文和书籍，查找各类数据，详细讨论各种思想和假设。我们所做的这些都是必要的、有价值的，但真正的研究、真正有趣的事情，却是从我们真正进入这个数字技术的现实世界开始的。在这些过程中，我们与发明者、投资者、企业家、工程师、科学家以及很多从事技术研发和生产的各类人员不断地进行交流。

感谢他们的慷慨和大度，我们才得以在当前这个让人不可思议的数字创新环境中体验未来的技术成果。我们尝试了乘坐无人驾驶汽车，观看计算机在《危险边缘》中大胜哈佛大学和麻省理工学院的学生团队，抓住一台工业机器人的手腕并引领它行走，亲手感触一只用3D打印机打印出来的金属碗，当然还与各类技术进行了无数思维与心灵的交融。

我们在哪里

这些体验使我们得出三个结论。

第一个结论是，我们正生活在数字技术突飞猛进、让人目不暇接的时代——计算机硬件、软件和网络是其核心。实际上，这些技术并不是新生事物；计算机早在半个多世纪以前就已经应用于商业领域，《时代周刊》也早就宣称个人计算机是1982年的“年度机器”。但像需要花费数代人的努力才能把蒸汽机提升到推动工业革命的程度一样，我们也需要花费很长时间去改造我们的数字机器。

我们将以生动的案例阐释这些技术的强大动力为什么会实现以及是如何实现的。当然，这里所说的强大动力并不意味着这就是一种完美、成熟的动力。计算机的性能还将持续不断地提升，未来还将能做更多新的、前所未有的事情。我们在这里使用“强大动力”这个词语只是为了说明，数字技术的整个框架已经搭建完成，它将像蒸汽机一样对经济和社会产生重大而深远的影响。简而言之，因为计算机的出现，我们正处于一个重大变化的转折点上——人类历史发展进程的曲线得以发生急剧变化的转折点。我们正在进入第二次机器革命时代。

第二个结论是，由数字技术引领的这种变革将会给社会带来巨大的收益。我们正在进入一个截然不同的时代；这个时代将会更加绚烂多姿，因为我们能够消费的种类和体量都会大大增加。当我们以干巴巴的经济术语描述时，听起来好像没有多大的吸引力——谁想要一直消费个不停呢？但要知道，我们不仅仅消费卡路里和汽油，我们也从书籍和朋友那里消费信息，从超级明星和业余爱好者那里获得娱乐消费，从教师和医生那里获得知识和技能，以及获得其他数不胜数的非原子世界的事物。技术能够给我们带来更多的选择，甚至是自由。

当这些事物被数字化的时候——它们可以被转化成比特储存在计算机里并被传送到网上，它们就会获得一些奇异的、让人吃惊不已的特性。你会发现，这些经过数字化的事物完全属于一种不同的经济学范畴，在这种经济学里，资源的充裕比稀缺还要正常。这里也正像我们将要阐述的，数字产品和物质产品是不同的，这种不同的特性非常重要。

当然，物质产品仍然重要，我们大多数人都希望在物质世界里拥有更多的种类、更好的质量以及更大的体量。比如，无论如何，我们都希望能够吃得更多、更好或者更丰富。无论如何，我们都想要燃烧更多的化石能源，都想要轻松愉快地到更多的地方旅行。计算机正在帮助我们实现这些目标——当然还有其他很多目标。数字化正在提升我们这个物质世界的运转特性，而且这些提升正在变得越来越重要。以上这些观点已经在经济历史学家那里形成了广泛的共识，正如哈佛大学经济学教授、知名经济学家马丁·韦茨曼（Martin Weitzman）所描述的："一种成熟经济的长期增长是受技术进步与否支配的。"正像我们将要展现的，当前的技术进步正在以指数级增长。

第三个结论显得更悲观一些：数字化将给我们带来一些棘手的挑战。但这种挑战本身并不会让人太吃惊；即使对未来发展最有益处的技术进步也会给人带来不利的后果，这种后果是可以有效应对的。工业革命也会同时伴随着伦敦上空弥漫的煤烟以及对童工令人发指的压榨。那么，这种技术进步后果的现代版本是什么呢？迅速发展的数字化可能带来的是经济的大分化而不是环境的大破坏，这一切源于一个事实，即计算机的性能和数字化技术会变得更加强大，公司对各类劳动者的需求将会大幅缩减。技术进步会把一些人抛在身后，而随着技术的不断进步，还会有更多的人被抛在后面。正像我们所要阐述的，拥有特殊技能的劳动者，或者接受过符合社会发展需求教育的人，将会迎来一个绝佳的机遇期，因为这些人能够利用手中所掌握的技术去创造和获取更多的价值。然而，对于那些仅仅掌握了"普通"技能而且

各种能力平平的劳动者来说，这将是一个非常糟糕的时代，因为计算机、机器人和其他数字技术也正在以一种可怕的速度获取这些技能。

随着时间的推移，英国以及其他国家的人们总结道，工业革命的一些让人无法接受的后果经过一系列改进过程最终都被消除了（民主政府和技术进步起了作用）。童工在英国已经不复存在，伦敦空气中的烟尘和二氧化硫也比自16世纪末期以来的任何时候都少了。数字化革命的挑战也可以被抹平，但首先我们应该清楚地知道这些挑战是什么。重要的是，我们要对第二次机器革命的消极后果进行探讨，并对如何削减这些后果进行对话。我们非常有信心地认为，这些消极后果并不是无法逾越的，但也是不会自我改进的。在接下来的章节里，我们会对这一重要议题提出我们的看法。

因此，这是一部展现第二次机器革命大画面的书——我们的经济和社会将会因为数字化的出现而发生重大转折。这是一个有着正确目标和方向的大转折——富足而不是稀缺，自由而不是束缚；当然也是会面临很多困难、挑战和选择的大转折。

这本书共分为三个部分。第一部分（第1~6章）描述了第二次机器革命的基本特征。这些章节提供了很多精彩的例子，以阐明最新的技术进步——就像科幻小说所描述的那样，还解释了为什么它们现在会发生（毕竟，我们在几十年前就拥有了计算机），揭示了为什么我们对计算机、机器人和其他数字化工具给未来社会带来的创新的规模和速度如此有信心。

第二部分（第7~11章）分析了数字化进程的两大经济后果，即红利和收入分化。红利指的是现代技术进步所提供事物体量的增大、种类的增长、质量的提升以及成本的下降。它是我们今天这个世界最令人振奋的经济新闻。然而收入分化并不是如此令人鼓舞；它所带来的经济成功将会制造很大的差异——涵盖财富、收入、灵活性以及其他衡量指标。技术进步的分化效应在最近一些年里一直在增长。并且出

于很多原因，这是一个让人感到非常棘手的发展过程，如果我们不在第二次机器革命时期加以干预，这个过程还会加速发展。

最后一部分（第12~15章）探讨的是在这个时代里，什么样的干预是合适而且有效的。我们的经济目标应该是最大化地获得红利，削减收入分化所带来的负面效应。对于如何完成这些目标，我们将会提供一些建议——不论针对的是短期还是更长远的将来。未来，你会发现技术进步真的会把科幻小说所描绘的样子变成现实。正如我们在最后章节里所强调的那样，我们现在所做的选择将会决定我们的世界是什么样子的。

第2章 新机器时代的技能：技术超越一切

“任何足够先进的技术都称得上是魔力之源。”

——阿瑟·C.克拉克（Arthur C. Clarke）

英国科幻作家、发明家和未来学家

2012年夏，我们搭乘了一辆无人驾驶汽车。

那是在位于硅谷的Google总部做研究访问期间，我们搭上了其中一辆无人驾驶汽车——这辆汽车也是Google“私人司机”开发项目（Chauffeur Project）的一部分。开始时我们都坐在后排，观察这辆无人驾驶汽车自动巡航，但Google的研发人员是不可能草率地把驾驶座上明显没有驾驶员的车辆开上公路的。因为这样做有可能会让行人以及其他司机产生某种幻觉，或者会吸引警察的注意。因此，只有我们坐在了后排座椅上，Google项目组的人则坐在前排。

这时其中一位项目组人员按下了汽车上的一个按钮，把车辆转换成完全无人驾驶模式，于是汽车开始在101国道上奔驰。我们的好奇心也随之而来，当然也夹杂着些许的担惊受怕，因为101国道并不总是宁静平和、一路通畅的。虽然这条国道笔直，而且路况良好，但在大部分时间段里仍是拥挤不堪的，交通流量也毫无规律可言。可以想象，在这种公路上行驶如果操作不当，带来的后果是相当严重的。而且，由于我们当时的无人驾驶体验也属于“私人司机”开发项目实验的一部分，所以我们对这些后果的考虑突然之间超出了我们对智能技术的兴趣。

然而，车辆行驶得相当平顺。事实上，它让我们的驾驶行程乏味得很。车辆没有在其他车辆中间加速或穿插，整个驾驶过程就像我们在驾校里所接受的规范驾驶课程一样。在车辆行驶过程中，车里的一台笔记本计算机能够实时提供Google汽车所看到的一切——所有附近的物体和目标都能被车上的感应器察觉。车辆能够察觉其周围所有的车辆——不仅仅是距离最近的车辆，也包括这些车辆的行驶轨迹。实际上，这是一辆没有任何视觉盲点的汽车。然而，汽车无人驾驶软件却能够辨识出由人驾驶的汽车有哪些盲点，车里的计算机屏幕上能够清晰地显示出这些盲点在哪里，并且能够有效地避开这些盲点。

在我们前面的车流完全停止时，我们只是盯着计算机屏幕——完全忽视了实际的路况。无人驾驶汽车这时根据前面的车辆行驶状况进行了平顺的制动，然后在与前车保持安全距离的地方停了下来。而在其他车辆开始行进时，它也随之跟进。在整个行驶过程中，坐在前排的Google项目开发人员始终谈笑风生，车内没有任何紧张气氛，或者说，事实上他们更感兴趣的是101国道上的实际路况。实际上，Google“私人司机”项目开发人员已经在这样的汽车里乘坐过数百个小时，他们完全有信心无人驾驶汽车能够有效地应对这种频繁启动的驾驶状况。等到我们的车开回停车场时，我们也和他们一样有信心了。

新新劳动分工

对于我们来说，那天在101国道上的乘坐体验尤其让我们感觉奇妙无比，因为就在几年前，我们还认为计算机技术根本无法实现汽车无人驾驶。那时，我们一些值得尊敬的同事（也是一流专家）所做的分析和研究报告都认为，在可以预见的未来，汽车驾驶这项技术还是必须由人类完成的。他们这些专家是如何做出这种结论的，以及像Google“私人司机”这类的技术项目是如何在几年之内就把这种结论推翻的，给我们在数字技术领域的进步提供了重要参考。

2004年，弗兰克·列维（Frank Levy）和理查德·莫尼恩（Richard Murnane）出版了他们的书《新劳动分工》（*The New Division of Labor*）。他们所指的劳动分工存在于人类和数字劳动力之间。在任何理性的经济体系中，人们都应该专注于从事和计算机相比有相对优势的任务和工作，而让计算机从事更合适的工作。在他们的书中，列维和莫尼恩给我们提供了一种思考如何对工作进行分类的思路。

在100年前，我们前面所提到的图表没有任何意义——社会发展进程极其缓慢。因为那时，计算完全是靠人力的。实际上，“computer”这个词最初指的就是一种工作职务，并不是一种机器。在20世纪初期，“computer”开始指代人，尤其是女性，她们整天不是计算就是列表。又过了几十年的时间，创新者们所设计出来的机器可以做更多的工作；它们一开始是机械的，后来是电子机械的，最终变成数字的。今天，已经极少有人再从事与计算和记录结果相关的工作了。即使是在最低工资水平的国家也没有人力计算设备，因为非人力的计算机运算速度更快，也更便宜、更精确。

如果你查看或研究一下计算机的内部工作系统，你会发现，计算机不仅仅是数字计算器，它们还是数字和符号处理器。它们的电路系统能够识别和处理“0”和“1”所组成的语言体系，但对于“对”和“错”、“是”和“否”，或者其他数字系统，也是有效的。一般情况下，计算机能够做所有与符号相关的工作，从数学到逻辑，再到语言。但小说创作却无法数字化，因此所有排在小说畅销榜上的书还都是由人撰写的。当然，企业家和首席执行官们的工作，科学家、护士、饭店杂工的工作，以及很多其他种类的工作也是无法计算机化的。那么为什么不能呢？这种很难数字化的工作与以前的人力计算设备又有什么不同呢?

知识性工作的自动化

这些问题就是列维和莫尼恩在《新劳动分工》一书中试图回答的，最终，他们想出的答案意义非凡。两位作者把计算机的信息处理工作——所有知识性工作[注]的基本框架，放在一个图谱中。在图谱的一端是类似于计算的规则性的应用。由于计算机要按照一定的规则进行计算，它比较擅长做计算以及类似的工作。

列维和莫尼恩一直强调，其他类的知识性工作也可以规则化。比如，一个人的信贷评分是这个人能否偿还抵押贷款的重要衡量指标，而抵押贷款的金额与这个人的财富、收入和其他债务也关系密切。因此，是否能给一个人提供抵押贷款也可以被有效地归结为一种规则。

也就是说，抵押贷款的一条规则可以用文字这样表达："如果一个人需要申请数额为'M'的抵押贷款，就需要有'V'或更高等级的信贷评分，其年收入也要超过'I'这一数额或者其总资产要超过'W'，而且总债务不能高于'D'，如果这样，他的抵押贷款申请就能被批准了。"当我们用计算机编码表示时，我们可以把这条抵押贷款规则称为计算程序。当然，这些计算程序是一种简化的程序，它们不可能也不会把任何东西都考虑进去。然而，计算程序可以涵盖最普通和最重要的任务，它们一般对预判投资回报率这类的任务非常擅长。因此，计算机能够用于对抵押贷款申请的批准。[注]

---

1. 指的是掌握和运用符号和概念，以及利用知识或信息的工作。在今天，大多数白领所做的工作都可以称为"知识性工作"。——译者注

2. 在开始于2007年的大萧条之后的几年里，一些公司的抵押贷款客户的信贷评分、收入和财富水平越来越低，而债务水平却越来越高。换句话说，这些公司会重新评估或忽

视这些抵押贷款客户之前的贷款批准计算程序。这并不是因为传统的抵押贷款计算程序失效了，而是因为这些计算程序被停止使用了。

模式识别：计算机与人的大脑有什么不同

在列维和莫尼恩图谱的另一端，是并不能简单地归结为信息处理任务的规则或计算程序。根据他们的想法，这些任务只有借助人的能力才能进行模式识别[注]。我们的大脑非常擅长接收通过感知获取的信息，而且还能够对信息进行检索以利于模式识别，但我们却极不擅长描述或计算我们是如何这样做的，尤其是当大量快速变化的信息以一种非常快的速度出现时。正如著名哲学家迈克尔·波兰尼（Michael Polanyi）所观察到的："我们知道的总是比告诉别人的要多。"如果以上说法成立，那么根据列维和莫尼恩的说法，这类任务是不能够计算机化的，必须由人类完成。他们举了一个驾驶员驾驶汽车的例子来说明这个问题：

当驾驶员左转要违反信号灯的指示时，他会面对一个由各种目标和声音组成的难以逾越的壁垒，包括迎面而来的车辆、交通信号灯、商店、广告牌、树木以及交通警察。凭着他的驾驶知识，他必须准确地判断每一个目标的大小和位置，以及哪一个目标是危险的……卡车司机对自己所面临的情况要有一个整体的判断。要准确地把这种驾驶常识表述出来，并且以一种高度规则性的方式嵌入软件之中，从目前来看，是非常困难的……计算机是不能轻易代替人类的（尤其是像驾驶车辆这类的行为）。

---

1. 模式识别，又称图形识别，就是通过计算机用数字技术方法来研究模式的自动处理和判读。——译者注

人脑与计算机的区别不过如此

在2004年我们读到《新劳动分工》这本书的时候，我们对列维和莫尼恩的观点极其信服。那一年，我们对美国国防部高级研究局主办的无人驾驶汽车挑战赛的初步成就更为信服。

美国国防部高级研究局成立于1958年（与苏联的人造地球卫星计划遥相呼应），其主要任务是推进军事应用领域的科技进步。2002年，研究局宣布，它将举办第一届无人驾驶汽车挑战赛，这场比赛将在加利福尼亚州的莫哈维沙漠举办，届时所有完全无人驾驶的车辆都要完成150英里（1英里≈1.6千米）的赛程。15名在预赛中取得良好成绩的参赛选手将参加最后的角逐，赛事被安排在2004年3月13日。

但这次挑战赛的结果很让人气馁。有两辆汽车并没有到达赛车起跑区，其中一辆在比赛开始前就翻车了，3个小时过去了，只有4辆车还在参赛。最终的“获胜者”是卡内基–梅隆大学的代号为“沙漠风暴”的赛车，它跑了7.4英里（还不到总赛程的5%），最后由于急转弯撞在了一段路堤上而退出了比赛。比赛设立的100万奖金无人获取，《科技新时代》（*Popular Science*）杂志则把这次比赛戏称为“美国国防部高级研究局的沙漠大崩溃”。

然而，几年过去了，“沙漠大崩溃”却变成了“101国道上的乐趣”——我们之前体验过的。2010年10月，Google在其博客上公告称，它们的无人驾驶汽车可以在美国公路，甚至是高速公路上的车流中，做短暂行驶。到我们2012年夏天亲身体验无人驾驶汽车行进时，Google“私人司机”研究项目已经拥有了一支小规模的车队，并且保持了数十万英里无人驾驶的行驶纪录——这期间只发生了两次交通事故。其中一起事故发生在一位驾驶员驾驶Google“私人司机”项目的车

辆时，另一起事故则是该项目的一辆汽车在等红灯时被一辆由真人司机驾驶的汽车追尾了。当然，可以肯定地说，仍然有很多情况是Google汽车无法操控的，尤其是在复杂的城市交通环境中或者越野行驶的环境下，当然还有在Google地图上都无法精确标示的地点。但根据我们在101国道上的体验经历，我们相信Google汽车是能够轻松应对车辆日渐增多的日常行驶环境的。

可以说，仅仅在几年时间里，无人驾驶汽车就从科幻小说的题材跃到了实际路况行驶之中。一边是一流的研究成果还在解释为什么无人驾驶技术不可能在这么短的时间内实现，而另一边是一流的科技手段却能在短短几年的时间里把这一切都变成了现实。这种科学和技术的飞跃式发展，仅仅在六七年的时间里就从“溃败”转向了“成功”。

无人驾驶汽车技术的飞速提升使我们想到了海明威对一个人走向破产的描述：“逐渐地，然后就是突然地。”[注]然而，无人驾驶汽车并不是一种奇怪的事物，它属于大规模爆发的新技术模式的一部分。实际上，一些技术进步缓慢发生了很长时间，这些技术进步覆盖了一些与计算机、机器人及其他数字化工具相关的挑战——那些最久远、最难以逾越的挑战。然后在过去的几年里，突然出现了爆发，数字化工具开始突飞猛进，它们不仅可以驾轻就熟地完成各项以前无法胜任的任务，还能展示在一般人眼里任何时候都不会获得的技能。让我们一起看一下最近的让人吃惊的技术进步。

---

1. 欧内斯特·海明威（Ernest Hemingway），美国记者和作家。此句节选自海明威的名著《太阳照样升起》（The Sun Also Rises）。——译者注

Siri：做最好的倾听者及说话者

除了模式识别，列维和莫尼恩还强调，在新劳动分工中，复杂沟通（complex communication）只能在人类中存在。他们写道："一些重要的能够产生良好效果的沟通和交流，比如在教学、管理、销售和其他职业活动中，需要对大量的信息进行说明，并进行沟通和交流。在这些情况下，与一台计算机交流信息，而不是与另一个人交流信息，有一段很长的路要走。"

2011年秋，苹果公司推介了其手机产品iPhone 4S独具特色的Siri（iPhone 4S的语音个人助理服务）语音控制功能，该功能由一个智能、私人助手通过自然语言使用界面实现。也就是说，人们对这位"助手"讲话就像对另一个人讲话一样。基于Siri语音控制功能的软件，实际上来源于加利福尼亚研究机构斯坦福国际研究所，只是在2010年，苹果公司购买了这项技术。这项技术的使用者只要对着iPhone说话，手机听到后就会辨别出使用者想要做什么，然后采取行动，并以一种模拟的声音把结果反馈给使用者。

在Siri语音控制功能出现之后8个月，技术博客Gizmodo[注]的凯尔·瓦格纳（Kyle Wagner）罗列出了Siri最有用的功能："你可以问它现场比赛的得分——巨人队在比赛中得了多少分，或者每个参赛队员的得分情况。你可以通过OpenTable[注]平台订餐，在Yelp[注]网站上了解商家评分，询问当地剧院的电影放映信息并观看预告片。如果你很忙，无法接听电话，你可以让Siri提醒你随后把电话打过去。这些事情可能是我们每天都要碰到的，你会发现Siri的语音功能非常有用。"

Gizmodo的博客文章以提醒式的口吻结尾："这些功能听起来非常酷，但别忘了Siri的信条是：但愿它能真的有用。"在这一功能正式发

布后，很多人发现苹果手机的智能私人助手并没有那么灵验。它有时不理解使用者的问话，会提示使用者重复问话，有时向使用者提供的答案很奇怪或者不准确，有时它的回答就像：“真的很抱歉，我现在无法回答你的问题。请稍候再试。”分析师基恩·蒙斯特（Gene Munster）把Siri很难回答的问题总结了一下：

· 埃尔维斯埋葬在哪里？Siri的回应是：“我无法回答你的问题。”因为其智能系统把这个人的名字理解为“埃尔维斯·埋葬”（Elvis Buried）。

· 电影《灰姑娘》什么时候上映？Siri的回应是在Yelp网站搜索到一个同名的电影院。

· 哈雷彗星下一次什么时候出现？Siri的回应是：“你没有与哈雷的约会安排。”

· 我想去苏必利尔湖。Siri则直接对你说出“苏必利尔湖X射线”（Lake Superior X-Ray）这家公司的名字。

Siri有时既离奇又让人困惑不解的回应已经众人皆知，但这项技术的发达程度是不可否认的。有时候，它的确能给你精准的帮助。也是在那次无人驾驶的体验过程中，我们很直观地看到了一点。那是在旧金山的一次会议之后，我们驾驶着租来的汽车开往位于山景城的Google总部。我们的车上有一个便携式的GPS导航装置，但并没有插上接口、打开开关，因为我们认为能够顺利地抵达目的地。

我们失算了。出现在我们面前的是迷宫般的高架路、出口匝道以及城市街道，我们甚至连其中一条路的入口匝道都找不到。正当我们异常紧张、一筹莫展的时候，埃里克拿出了他的手机询问Siri：“101国道向南的行驶路径。”而手机的回应既迅捷又精确：手机屏幕指示的地

图清晰地标示出我们的位置，同时说出了如何才能找到那个难找的匝道入口。

我们本来可以靠边停车，打开便携式GPS导航仪以确定目的地，但我们并没有打算按照那种方式获取线路信息。我们想要的是说出问题，随后能够听见和看见（因为需要用到地图）回复。Siri能够提供我们一直在寻找的准确的自然语言界面。记得在2004年的时候，还有一篇对持续半个世纪的自动语音识别（自然语言处理系统的核心部分）研究进行的评论，这篇评论认为："人类水平的语音识别被证明是一个难以达到的目标。"然而在不到10年的时间里，这个目标就已经基本实现了。苹果公司以及其他公司所开发的自然语言处理技术在数百万手机用户那里得到了应用。正像卡内基–梅隆大学机器学习系的主任汤姆·米切尔（Tom Mitchell）所说的："我们正处在一个10年期的起点，在这10年时间里，我们的研究将从计算机不能理解语言过渡到计算机对语言驾轻就熟。"

---

1. Gizmodo是美国一个知名科技博客，主要报道一些全球最新的科技类产品，iPhone原型机曾最先出现在这个博客上面，报道的产品多是高科技产品，涉及计算机、手机、数码相机、家庭娱乐等。Gizmodo是最早曝光iPhone 4的网站。——译者注
2. OpenTable是目前美国领先的网上订餐平台，OpenTable提供方便的网上餐厅预订服务。——译者注
3. Yelp是美国著名点评网站，创立于2004年，囊括各地餐馆、购物中心、酒店、旅游等领域的商户信息，用户可以在Yelp网站中给商户打分、提交评论、交流购物体验等。——译者注

流利的数字化：巴别鱼也能做翻译了

到现在为止，自然语言处理软件距离完美还很遥远，计算机还是不能够像人一样轻松应对复杂性沟通和交流，但它们一直在不断提升。一些诸如两种语言之间的翻译任务都出现了很大的进展：虽然计算机沟通和交流的深度要远远低于人类，但它们的广度要大得多。

一个能够讲一种以上语言的人通常可以在这两种语言之间进行精确地翻译。自动翻译服务虽然很引人注目，却经常出错。即使你的法语很生疏，在翻译下面的句子时也可能要比Google翻译的更好：Monty Python's 'Dirty Hungarian Phrasebook' sketch is one of their funniest ones（蒙提·派森的喜剧小品《肮脏的匈牙利常用语》是最搞笑的喜剧小品之一）。对于这一句，Google提供的法语翻译是："Sketch des Monty Python 'Phrasebook sale hongrois' est l'un des plus drôles les leurs。"这句话的基本意思被翻译了出来，但存在着严重的语法错误。

对于一般人来讲，很少能有机会把一个句子翻译成匈牙利语、阿拉伯语、汉语、俄语、挪威语、马来语、依地语、斯瓦西里语、世界语，或者其他60多种语言，但Google翻译系统可以瞬间免费地把翻译结果呈现在网页上。智能手机上的应用翻译软件可以轻松接收使用者说出的至少15种语言，然后经过合成，翻译出来这15种语言的一大半。我们可以非常自信地说，即使世界上最富有语言天赋的人也无法与之匹敌。

多年以来，即时翻译系统一直是科幻小说描述的对象。给人印象深刻的是《银河系漫游指南》（*The Hitchhiker's Guide to the Galaxy*）(注)中的"万能翻译器"巴别鱼（Babel Fish），这个奇怪的小生灵一旦被放入人的耳朵里就能让人听懂任何语言。但在今天，类似Google这样

的翻译系统已经把这一切变成了现实。事实上，莱博智翻译服务公司已经与IBM合作，开发出了GeoFluent（一款机械翻译软件）机器翻译系统，这种翻译系统采用在线应用模式，能够实时翻译不同语言环境下客户和客服人员之间的对话。在初始体验中，约有90%的GeoFluent机器翻译系统用户反映该系统能够有效应对商业需求。

---

1. 《银河系漫游指南》，是英国作家道格拉斯·亚当斯所写的科幻小说。——译者注

超级计算机与人的对决

现在，在人类自己发明的智力竞赛中，计算机通过模式匹配与复杂沟通的整合可以很容易地击败人类。在2011年2月14日和15日的智力竞赛电视节目《危险边缘》中就有一个非人类的参赛选手。这名参赛选手是一台名叫“沃森”的超级计算机，它是由IBM专门研发出来用于智力竞赛的（其名字“沃森”是为了纪念IBM的传奇人物、首席执行官托马斯·沃森先生）。《危险边缘》首次播出是在1964年。2012年，这档节目在美国综合性的电视节目中排名第5。大约有700万人观看了那期节目。在节目中，主持人亚历克斯·特雷贝克（Alex Trebek）针对各种话题提出了问题，参赛选手则进行了抢答。(注)

这个节目之所以备受欢迎且经久不衰，主要是因为它的问题很好理解，但很难回答好。在一些既定的场景中，几乎每个人都知道问题的答案，但很少有人能够知道所有的答案。问题涵盖的话题非常广泛，而且在开始之前不会有人告诉参赛者比赛的话题。在节目进行中，参赛选手必须同时做到迅速、大胆和精确。迅速是因为他们必须相互竞争以获得回答每一个问题的机会；大胆是因为他们必须努力回答许多问题，尤其是比较难的问题，这样才有可能积攒足够多的金钱以赢得比赛；精确是因为对于每一个错误的答案，选手都要被扣减金钱。

《危险边缘》节目的制作人会使用双关语、押韵词以及其他文字游戏来挑战参赛者。例如，一个问题的提示语可能是：“一个与NBA国王队所在的城市押韵的词，并且能使你想起过去。”如果想正确地回答这个问题，参赛选手就要明白缩写字母“NBA”代表的是什么。在这个问题中，它指的是“National Basketball Association”（美国篮球职业联

赛），而不是“National Bank Act”（国家银行法），更不是化学复合物“n-Butylamine”（正丁胺）。NBA国王队是萨克拉门托市（Sacremento）的一支球队，提示语提示要与“Sacremento”押韵，还能让人想起过去，那么这一问题的答案应该是：“What is a Sacramento memento?”（萨克拉门托市的纪念品是什么），而不是“Sacramento souvenir”(注)，更不是其他答案。要想正确地回答这些问题就需要熟练地掌握模式匹配和复杂沟通，而要赢得《危险边缘》的比赛就需要反复地、精确地并且几乎同时去做这两件事。

在2011年的这场比赛中，与“沃森”展开竞争的是肯·詹宁斯（Ken Jennings）和布拉德·鲁特（Brad Rutter），他们两位都是这种比赛中最出色的选手。詹宁斯在2004年的《危险边缘》中曾经创纪录地连赢74场，将317万美元的奖金收入囊中，并成为名噪一时的民间英雄人物。实际上，正是由于詹宁斯才催生了“沃森”。根据一则在IBM广为流传的故事，2004年秋日的一天晚上，IBM一位专注于推动人工智能研发的研究部经理查尔斯·利克尔（Charles Lickel）正在纽约州费西基尔的一间牛排餐厅吃晚饭。刚到晚上7点钟的时候，他就注意到，与他一起吃晚饭的同事都起身去了附近的一家酒吧。随后，他也紧跟着过去想一探究竟，他看到的场景是，他的同事们都围坐在酒吧的电视机前观看詹宁斯在《危险边缘》中突破55场连胜纪录的比赛。利克尔想，如果詹宁斯和超级计算机在比赛中一决高下肯定会备受关注，同时也可以验证计算机的模式匹配和复杂沟通能力。

《危险边缘》是一场三方的比赛，布拉德·鲁特则是另一个天才般的选手，他在2005年的联赛中击败了詹宁斯，从而赢取了超过340万美元的奖金。鲁特和詹宁斯两个人能够掌握各个领域的各类信息，并且对游戏的特点和过程非常熟悉，也能够从容应对压力。

可以说，布拉德和鲁特是那种任何机器都很难打败的选手，因此第一代“沃森”远远不是他们的对手。“沃森”要么被程序设计人员调整

得在回答问题时过于积极（因此，它的很多回答都是错误的），要么被调整得太过保守、太精确。2006年12月，这项设计工程开始后不久，当“沃森”被调整到在70%的时间里都要回答问题时（这种调整方式是相当激进的），它回答正确的比例仅仅占到全部时间的15%。詹宁斯则形成了鲜明的对比，当他在70%的时间里按下抢答器进行抢答时，他的答案90%都是正确的。

但“沃森”毕竟是个快速的“学习型”选手——超级计算机在积极性和精确度这两个方面的平衡迅速提升。到2010年10月的时候，“沃森”就能积极地抢答70%的模拟比赛题了，而且其回答正确率也提高到了80%。这种提升是很明显的，但它还是无法与人类最出色的选手抗衡。“沃森”团队一直研发到2011年1月中旬，因为2月就要录制电视比赛了，但这时也没有人知道，他们创造的这个机器在对抗詹宁斯和鲁特时表现如何。

最终的结果是“沃森”完胜。它回答正确的问题所涉及的话题从“奥林匹克怪事”（Olympic Oddities，即在1976年举行的蒙特利尔冬季奥运会的“五项全能”比赛中，因一名运动员用金属线连接重剑上的一个隐秘按钮，致使没有击中对手就能得分）到“教堂和国家”［Church and State，要意识到答案必须包含这两个词中的其中一个，当提出的问题是“它意味着思维的慢慢发展或者怀孕”，计算机的回答是“孕育”（gestate，这个词里包含“state”这个词）］。虽然超级计算机并不完美［例如，当被问到关于“时尚优雅”或者“在同一年全部毕业的学生们”作为“分类”的“另一层意思”的一部分时，它的回答是“时髦”（chic），而不是“班级”（class，这个词也有“分类”、“出色”之意）］，但它仍是很优秀的。

“沃森”的行动也是非常迅速的，它能够在詹宁斯和鲁特之前不断地进行抢答，以获得回答问题的机会。例如，在两场比赛的第一回合

中，“沃森”首先得到了43次抢答机会，而它答对的次数是38次。而在同一场比赛中，詹宁斯和鲁特两个人加在一起仅仅抢答了33次。

在为期两天的比赛结束的时候，“沃森”已经积攒了77147美元，是鲁特的3倍还多。詹宁斯紧随鲁特之后，他还给最后比赛问题的答案增加了一个个人声明：“我个人热烈欢迎新一代计算机来到我们这个世界。”他后来解释说：“正如20世纪工厂里的工作机会被新的机器人产品线代替一样，布拉德和我作为知识领域的工人也被新一代‘思考’的机器代替了。‘猜谜游戏节目参赛者’可能是‘沃森’替代的第一批工作者，但我敢确定这不是要替代的最后的工作者。”

---

1. 准确一点说，特雷贝克读出了答案，而参赛选手们要根据这个答案把问题陈述出来。

2. “souvenir”一词，也有“纪念品”之意。——译者注

机器人进步的悖论

数字化技术进步最新的一个重要发展阶段集中在机器人领域——制造穿梭于工厂、仓库、战场和办公室这些物质世界里，并能同这个物质世界融合在一起的机器人。在这里我们所看到的进步也是逐渐地，然后就是突然爆发。

“robot”（机器人）这个词进入英语语言是通过1921年捷克作家卡雷尔·恰佩克（Karel Capek）的戏剧《R.U.R.》（*Rossum's Universal Robots*，即《罗素姆万能机器人》），在那之后，机器人就成为人类迷恋的对象。在大萧条期间，杂志和报纸的故事都在渲染机器人能够发动战争、引发犯罪、让工人失业，甚至能够击败拳击手杰克·登普西（Jack Dempsey）。艾萨克·阿西莫夫（Isaac Asimov）在1941年造出了“robotics”这个词，并且在第二年制定了“机器人三定律”以规范机器人的行为：

1.机器人不得伤害人，也不得见人受到伤害而袖手旁观。

2.机器人应服从人的一切命令，但不得违反第一定律。

3.机器人应保护自身的安全，但不得违反第一、第二定律。

阿西莫夫对科幻小说和现实世界的机器人制造所产生的巨大影响力持续了70年，但科幻小说要比现实世界中的机器人走得更远。科幻小说给我们塑造了健谈而忠诚的R2–D2[注]和C–3PO[注]；还有《太空堡垒卡拉狄加》（*Battlestar Galactica's*）中邪恶的机器人Cylons，《终结者》（*Terminator*）中可怕的机器人，以及各种机器人偶、电子人、复制杀人魔等。对比一下，在现实世界中，数十年的机器人研究也催

生了日本本田公司的阿西莫[注]。阿西莫是类人型机器人，但在一次演示中它却破坏了阿西莫夫的机器人第三定律。在2006年对现场观众进行的一次演示中，阿西莫尝试着走上在舞台中搭设的飞机梯架。当它走到第三步的时候，阿西莫的膝盖发生了弯曲，向后摔了下去，面板着地，重重地跌落在地面上。

之后，阿西莫恢复了状态，可以演示像上下楼梯、踢足球以及跳舞这样的活动了，但它的缺陷也说明了一个基本的事实：在物质世界中，人类能做的很多容易而自然的事情对机器人来说是很难完成的。正像机器人研究专家汉斯·莫拉维克（Hans Moravec）所观察到的：“让计算机展示成人水平的智力测验或者玩跳棋是一件相对容易的事情，但当涉及知觉和机动性时，即使让计算机完成一岁幼儿的某些技能也是非常困难或者不可能的。”

这种情形所描绘的就是被人们熟知的莫拉维克悖论，维基百科对此进行了恰当的总结：“莫拉维克悖论是人工智能和机器人研究领域有别于传统假设的重要发现，其含义是高层次的推理几乎不需要计算，但低层次的感觉运动技能则需要大量的计算。”[注]莫拉维克的洞察极其准确，且意义重大。正像认知科学家史蒂芬·平克（Steven Pinker）所评论的：“对人工智能35年的研究所得到的一个主要教训是，难的问题很容易，容易的问题很难……当新一代的智能设备出现的时候，股票分析师、石油工程师和假释委员会成员的工作机会将最有可能被机器代替。但园艺师、接待员以及厨师在未来的几十年里丝毫不用为自己的工作机会操心。”

平克的观点是，即使是机器人研究专家也很难设计和制造出在技能方面能与笨拙的手工工人相提并论的机器，例如，机器人吸尘器就无法完成一位女佣的所有工作——它只会用真空吸尘器清扫地板。机器人吸尘器的销售已经超过了1000万台，但没有任何一台能够把咖啡桌上的杂志整理好。

在实际的物质世界工作时，和机器相比，人类也拥有巨大的灵活性优势。一些单一的自动操作工作，比如把金属丝焊接到电路板上或者用螺丝钉把两个零件固定在一起，是非常容易的事情，但这种工作必须保持时间的持续性，并且要在一定“规则”的环境中完成。例如，电路板的排列方向必须保持每次一致。公司购买专业化机器来完成这些工作，必须让工程师给它们设计程序，并进行相关测试，然后才能把它们配置在装配线上工作。每次的任务变化——比如螺丝孔每次移动变化，生产流程就必须停下来直到完成程序的重新设定。今天的工厂，尤其是高工资国家的大型工厂，都已经高度自动化了，但这些工厂里多种用途的机器人也不是很多。这些工厂里更多的是价格昂贵且装配及改装成本都不菲的专业化机器。

---

1. R2–D2是电影《星球大战》系列中的一个虚构机器人角色，常被简称为R2。——译者注
2. C–3PO是《星球大战》系列中的角色，也有人简单地称它为“3PO”。——译者注
3. 即ASIMO，全称为“Advanced Step Innovative Mobility”，意为高级步行创新移动机器人，是日本本田公司开发的目前世界上最先进的步行机器人。也是目前世界上唯一能够爬楼梯、慢速奔跑的双足机器人。——译者注
4. 感觉运动技能指的是，感觉物质世界并且能控制身体在其中移动的能力。

工厂自动化的再思考

iRobot公司（机器人产品与技术专业研发公司）的合伙创办人罗德尼·布鲁克斯（Rodney Brooks）注意到了在高度自动化的现代工厂车间里所发生的事情：工人很少，但也不是找不到。这些工人所做的很多工作都是重复且无意识的。例如，在一条封装软糖糖罐的产品流水线上，机器把一定量的软糖装进每个糖罐里，然后旋上罐盖，再贴上标签，但这需要工人把空的糖罐放置到传送带上才能开始整个封装流程。为什么这一步骤不能自动化呢？因为在这种情况下，糖罐是用纸板箱装着，每次12个放置到传送带上的，在这一过程中，所放糖罐的位置并不需要完全固定不变。这种不需要“太精准”的操作模式对工人来说是没有任何问题的（工人只需要看到箱子里的糖罐，然后把它们拿起来，放到传送带上就可以了），但传统的工业自动化对于操作像糖罐这类不需要每次都放在同一位置上的产品流程是有着很大困难的。

2008年，布鲁克斯创建了一家新公司——Rethink Robotics公司，以开拓和研发非传统性的工业自动化设备（就像能够封装软糖糖罐的机器人），用以完成今天工厂里由人工完成的不需要准确操作的工作和任务。他的理想是，在这一领域对莫拉维克悖论有所突破。布鲁克斯预想的是，创造出不需要高额报酬工程师调试程序的机器人。这样的机器人在工厂车间工人的“教导”下就能完成某种任务（或者再“教导”一次又能完成新的任务）——每一名工人在不到一个小时的时间里就能学会如何教导他们的机器人“同事”完成任务。布鲁克斯的机器也很廉价，大约两万美元就能买到一台，其花费仅相当于现在工业机器人的一小部分。在Rethink Robotics公司宣布其第一条机器人（Baxter）产品线建成之前，我们有幸抢先参观了这个庞然大物。布

鲁克斯邀请我们去其公司位于波士顿的总部参观这种自动化机器人，并且观看它能够做些什么。

Baxter是那种很容易辨识的人形机器人。它有两只结实的手臂，每只手臂都有关节相连，手的形状则像爪子一样；然后就是躯干部分；头部则有一张液晶显示屏的脸，整个头部能转向观察到离它最近的人。虽然Baxter没有腿，但Rethink Robotics公司还是跨越了自由移动所带来的巨大挑战，在Baxter上装配了轮子，这样在工人的帮助下它就能从一个地方移动到另一个地方。公司的分析报告声称，即使Baxter依靠自己的力量无法移动，也不会妨碍它做很多有用的工作。

指导Baxter工作时，你需要抓住它的手腕，操纵它的手臂，引导它按照你想要的方向移动。当你做这些的时候，它的手臂好像没有任何重量，那是因为它的动力系统已经开始运转，你不需要费多大力气。Baxter的安全性还是很可靠的，它的两只手臂不会碰撞在一起（如果你硬要这样做，它的动力系统会抵制你），而且如果它感觉到有人在附近，就会自动地把步调慢下来。Baxter的这些以及其他设计特征，使得人们与这种机器人一起工作时会始终处于一种直觉、自然而且没有任何威胁的体验状态之中。当我们第一次接触Baxter时，我们对于机器人能够触摸到我们的脸也感到相当紧张，但这种恐惧心理很快就消失得无影无踪了，取而代之的是极大的好奇心。

在公司的演示区，布鲁克斯向我们演示了几台Baxter是如何工作的。这些机器人正在让莫拉维克悖论完全失效——它们能感知并且能够用“手”操纵手柄等各种不同的零部件。机器人虽然不像一位熟练、全速操作的工人那样快速与流畅，但机器人未必需要这样做。因为工厂里的大部分传送带和装配线并不需要总是全速运转，如果这样，即使是工人也会疲惫不堪。

相比人工，Baxter有一些明显的优势。它能全天工作，并不需要睡眠、午餐或者喝咖啡的时间。它也不需要让雇主给它提供健康体

检，更不会给雇主带来额外的税收负担。而且Baxter还可以同时做两件根本不相关的事情，因为它的两只手臂是可以分别完成操作的。

你身边的装配线、仓储地、走廊：机器人很快就要到来了

在参观Rethink Robotics公司并观看Baxter操作演示之后，我们理解了为什么得州仪器公司的副总裁雷米·艾尔–库赞（Remi El-Ouazzane）在2012年年初说："我们非常坚定地认为，机器人市场爆发的节点马上就要到来了。"实际上，已经有很多证据支持他的观点了。有不少公司所使用的机器人的数量和种类都在迅速增长，创新者和企业家们最近也一直在冲破莫拉维克悖论的羁绊。

波士顿地区的另一家公司Kiva（自动化物流公司），也在使用机器人在仓库里安全、快捷、高效地搬运货品。Kiva公司的机器人看起来像金属的脚凳或者压扁的R2–D2。这些只有大约齐膝高的机器人穿梭于各个建筑物之间，巧妙地搬运货品，并能灵活地避开工人以及彼此的碰撞。由于它们体型较小，能贴地而行，所以很容易钻到货架下面，然后把货架举起，搬运到工人那里。在工人们把所需的货品取走之后，机器人就会把货架迅速移开，另一台承载着货架的机器人则随后而至。计算机软件系统能够跟踪仓储地所有的产品、货架、机器人和工人，它可以高效地协调Kiva公司的机器人不断地灵活运转。2012年3月，Kiva公司被业内领先的仓储物流公司——亚马逊公司，以7.5亿美元的价格收购。

波士顿动力公司也是一家以美国新英格兰地区为基地的创业公司，它也抓住了莫拉维克悖论的致命弱点。这家公司所制造的机器人主要是为美国军方服务的，因此，这些机器人能够在不平坦的地面上载重而行。这家公司的大狗机器人看上去就像一只长着细长腿的金属大型犬，它能够攀爬陡峭的山岭，在冰上滑倒也能再次站立，当然还

能像狗一样做其他的事情。大狗机器人能够利用4个支点平衡载重，而且还能在颠簸不平的地面上走动，这的确是机械制造领域的一个大难题，但波士顿动力公司却在这方面取得了巨大的进步。

我们要举的最后一个最近机器人进步的例子是Double机器人，它与大狗机器人有着很大的不同。Double机器人并不是要在敌人的阵地上奔跑，它是可以在卧室地毯上和医院走廊里来回溜达并且安装了一部iPad的机器人。它既像一只底下安装了移动轮子的倒转过来的钟摆，又像一块用一根一米多长的支架支撑起来的写字板。Double机器人支持远程操控，它能够帮助操作者“步行”至很远的楼层里“看一看”、“听一听”那里发生了什么事。摄像头、麦克风和iPad的屏幕就像是操作者的眼睛、耳朵和脸，iPad能看到、听到的一切，操作者也能看到和听到。Double机器人本身能够行走，所以它能够遵照操作者的指令有效地传达各种信息。Double机器人公司宣称“你并不需要飞到世界的哪个地方，就可以依靠它以最简单的、最优雅的方式把那个地方的事情呈现出来”。第一批Double机器人的价格是2499美元，在2012年秋季这项技术被公布之后，很快就被抢购一空。

我们预测，下一轮的机器人创新可能会给莫拉维克悖论带来最致命的打击。2012年，美国国防部高级研究局宣布了另一项挑战赛，这一次不是无人驾驶汽车，而是自动机器人。美国国防部高级研究局机器人挑战赛集聚了工具使用、机动性、感知、远程操控以及其他一些机器人领域长期存在的挑战活动。挑战赛代理机构战术科技办公室的网站公布了挑战赛的一些情况：

美国国防部高级研究局机器人挑战赛首要的技术目标是，研发能够在危险、恶劣、人与机械工程共存的环境中执行复杂任务的地面机器人。机器人挑战赛的参赛者应该聚焦于能够使用标准化工具和设备的机器人——这些标准化工具和设备都是在人工环境下普遍使用的。

参赛的机器人使用的工具包括手动工具和车辆等不同类型、不同规格的工具。

通过机器人挑战赛，美国国防部高级研究局希望机器人研发机构能够在2014年年底制造并演示具备高级功能的人形机器人。根据战术科学办公室开始时的详细阐述，机器人将不仅能够驾驶可移动的车辆、清除阻塞在路口的废料残骸，还要能攀爬梯架、关闭阀门以及更换水泵。这些要求看起来是很难完成的，但我们对研发人员有着百倍的信心，相信他们能够巧妙地应对机器人挑战赛中的各种挑战。实际上，很多人已经看到，2004年的挑战赛已经推动了无人驾驶汽车领域的技术进步。同时，机器人挑战赛也将是一次让我们摆脱莫拉维克悖论困扰的绝佳机会。

我们正处于一个重大转折点上

在过去的几年时间里，无人驾驶汽车、在《危险边缘》中获胜的超级计算机以及很多用途广泛的机器人都进入了人们的视野。这些创新的技术绝不仅仅是实验室里的演示品，它们在这个真实世界中已经展现出了技能和能力。它们的出现也预示着我们正在进入一个转折点——发展曲线即将出现重大弯曲的转折点。在这个转折点上，以前我们只能在科幻小说里才能看到的技术已经变成了现实。随着更多科技产品的问世，我们对技术进步的认识会越来越深刻。

在《星际迷航》（*Star Trek*）[注]系列中，有个叫“三录仪”[注]的设备被用于浏览和记录三种数据：地形数据、气象数据、医疗数据。实际上，今天我们手中的智能手机就已经具备了这些功能；它们能像地震仪、实时天气雷达地图以及心脏和呼吸记录仪一样发挥功能和作用。当然，智能手机不仅限于这些功能，它们还可以充当多媒体播放机、游戏平台、工具书、照相机和GPS设备。在《星际迷航》中，三录仪和私人通信设备是分开的，但在现实世界中，这两大功能已经在智能手机里融为一体。即使我们处于移动状态，智能手机也能够同时接收和发送大量的数据信息。这种技术的进步给我们提供了大量的创新机会，正像风险投资家约翰·杜尔（John Doerr）所说的“SoLoMo”［社交（social）+本地化（local）+移动（mobile）］。[注]

我们知道，有史以来，计算机写不出什么像样的文章。虽然最近计算机能够写出一些符合语法习惯的句子，但这些句子都是没有任何意义的——不过这种事情免不了会被恶作剧者大肆借用一番。比如在2008年，计算机科学与软件工程国际大会接收了一篇名为“电子商务模

拟研究”（*Towards the Simulation of E-commerce*）的论文之后，决定邀请这篇论文的作者参会。而实际这篇论文的作者是“SCIgen”，来源于麻省理工学院计算机科学与人工智能实验室的“随机生成计算机科学研究论文”项目。SCIgen的发明者写道：“我们的目的是达到最大的娱乐效果，而不在于写出连贯的文章。”但在读了《电子商务模拟研究》这篇文章的摘要之后，你就发现难以与他们争辩了：

最近在技术合作和传统交流方式上的进步完全基于互联网和主动网络与面向对象的语言是不冲突的这种假设。事实上，很少有信息理论人士会赞同可视化的分布式哈希表，虽然它能够改善并可能模拟实际的8位架构——体现了电子工程引人注目的原则。

虽然最近的研究显示，并不是所有由计算机生成的文章都是毫无意义的。Forbes（福布斯）网站与Narrative Science公司（一家智能软件写作公司）合作，让这家公司负责撰写公司收益预览，Forbes网站会把这些预览放在网站上。预览所使用的数据和材料都由一定的运算法则计算得出，人不会参与其中，不过，最后形成的预览与人的分析几乎是毫无差别的：

福布斯收益预览：亨氏公司

第一季度收益报告的发布把亨氏公司的股价推到52周新高，这一价格仅比亨氏公司2012年8月29日星期三收益发布时具有里程碑意义的股价低49美分。

华尔街收益评估网预测的收益是每股80美分，比上一年提高了2.6%——亨氏公司当时所公布的收益是每股78美分。

华尔街收益评估网评估认为，亨氏公司的收益在过去的数月里一直没有变化，但它已经比三个月之前有所下跌，当时的收益是每股82美分。分析人士预测，亨氏公司这个财政年度的收益能够达到每股

3.52美元。而分析报告显示，亨氏公司去年一季度收益是28.5亿美元，今年是28.4亿美元，同比下降了约0.3%。对于今年来说，其全年收益预计能达到118.2亿美元。

即使是计算机外围的设备，比如打印机，也正在取得巨大的技术进步——那些在科幻小说里才能看到的一切都变成了现实。和把墨直接喷在打印纸上的传统打印方法不同，现在的3D打印机可以用塑料、金属和其他材料进行复杂的3D打印。3D打印也被称为“增材制造”，它利用了计算机打印原理：打印机要把一层很薄的材料（传统上是打印墨）喷洒在打印介质（比如纸张）上，然后通过计算机的打印模式进行打印。

技术创新者推理认为，打印机打印时完全可以把一层打印材料叠加在另一层上。和传统的打印墨不同，3D打印机可以使用像液体塑胶一样的材料——要使用紫外线进行固化。每一层材料都很薄——大约是1/10毫米，但经过多层打印，一个3D物品就成形了。使用这种打印成形技术，有的形状的打印是很复杂的，因为一些形状中间会有孔洞，甚至各个部件还是彼此分离的。在业界领先的设计软件公司欧特克公司位于旧金山的总部，我们亲自操作了一个可调式扳钳的打印过程，当然是整体打印，不需要组装。

这个扳钳是由塑料打印而成的演示产品——但3D打印机也可以使用金属进行打印。欧特克公司的首席执行官卡尔·巴斯（Carl Bass）是增材制造这个迅速发展领域的爱好者和实践者。我们在他的公司展厅进行参观时，看到了陈列柜里展示的各种各样的产品，他还向我们展示了一只由他在计算机上设计并用3D打印机打印出来的漂亮的金属碗。这只碗的边上还有精心绘制的格子图案。巴斯说，他问过参与过金属加工生产的一些朋友——有雕刻师、钢铁厂工人和焊接工等，这只碗是如何制作出来的。他们之中没有人能够说出这种格子图案是如

何做出来的。答案是，通过激光技术熔化金属粉末，然后喷洒在每一层上就成形了。

今天的3D打印技术并不仅仅用于制造像巴斯的金属碗这样的东西。现在，3D打印已经被无数公司用于打印原型产品和模型部件。它还被用于制造很多终端零部件——从塑料排气孔到美国航空航天局下一代月球车，再到83岁妇女的人造金属下颌骨。在不远的将来，3D打印机甚至可以现场实时为有缺陷的发动机打印可替换的零部件——而不是让零部件堆放在仓库里。一些实验性项目甚至表明，未来的3D打印技术将会被用于打印混凝土房屋。

我们在这一章里所描述的大部分技术创新都发生在最近这几年的时间里。这些创新都发生在长期以来一直缓慢发展和提升的领域，在这些领域，最出色的研究思想总是认为，技术的发展不可能突飞猛进。但数字技术却在长时期缓慢发展之后突然出现了飞越，而且这种飞越出现在多个领域，从人工智能到无人驾驶汽车，再到机器人的崛起。

这一切是如何发生的？这是一次侥幸的成功吗？难道是诸多幸运的机遇汇合在一起，然后在同一个时间内瞬时爆发？很显然，情况并不是这样的。我们最近所看到的数字技术的进步确实令人印象深刻，但它仅仅是接下来将要发生的技术变革的一小部分。这是第二次机器革命时代的黎明。要想了解现在的这一切是如何发生的，我们需要了解在数字硬件、软件和网络领域技术进步的性质。尤其是，我们需要了解数字技术进步的三个主要特征：指数化、数字化和组合化。在接下来的三个章节里，我们将依次分别探讨这些内容。

---

1. 《星际迷航》是由美国派拉蒙影视制作的科幻影视系列。由6部电视剧、12部电影组成。该系列最初由编剧吉恩·罗登贝瑞于20世纪60年代提出，经过近40年的不断发展而逐步完善，成为全世界最著名的科幻影视系列之一。——译者注

2. 在《星际迷航》中，三录仪是一个万能工具，能够感知四周环境，并将这些数据记录下来，然后进行计算。它也可以探测生命信号，入侵操作者指定的计算机系统，对人体进行扫描以检测病患、录音、扫描地形等。——译者注

3. “SoLoMo”由IT风险投资人约翰·杜尔首次提出。他把最热的3个关键词整合到了一起，随后，SoLoMo概念风靡全球，被一致认为是互联网未来的发展趋势。——译者注

第3章 摩尔定律和棋盘的另一半

“人类最大的缺点是无法理解指数函数。”

——阿尔伯特·A. 巴特利特（Albert A. Bartlett）

美国科罗拉多大学物理学荣誉教授

虽然戈登·摩尔（Gordon Moore）是英特尔公司的共同创始人、最慷慨的慈善家以及总统自由勋章获得者，但他最为人熟知的是他在1965年所做的一个几乎是题外话的预测。摩尔当时是仙童半导体公司的工程师，他应《电子学》杂志的邀请，写了一篇名为“让集成电路填满更多元件”（*Cramming More Components onto Integrated Circuits*）的文章。在那时，这种形式的集成电路——在一个主要由硅元素构成的单块芯片上集合了各种各样的电子元件，出现还不到10年时间，但摩尔却看到了这种发展的潜力。他写道：“集成电路将会创造像家用计算机——或者是与中央计算机相连的终端设备，以及无人驾驶汽车的自动控制系统、个人便携式通信设备这样的奇迹。”

这篇文章最出名的预测，也就是让摩尔这个名字变得家喻户晓的，是关于“填满元件”的阐述：

在保持元件成本价格最低的情况下，其结构复杂程度每年大约增加两倍……可以确信，短期内虽然这一增长速度不一定会加快，但肯定还会继续保持。而从长期来看，这一增长速度会略有波动，但我们有充分的理由相信，这一增长速度至少还能持续10年。

这就是摩尔定律原始的阐述，它的深刻含义值得你认真琢磨。“在保持元件成本价格最低的情况下，其结构复杂程度每年大约增加两倍”，这句话的基本含义是，你仅仅用一美元就可以买到集成电路的计算能力。摩尔研究观察到，这种计算能力每年都要翻倍：你在1963年用一美元买到的计算能力将会是1962年的两倍，1964年的则是1963年的两倍，而1965年的又是1964年的两倍。

摩尔预测，这种发展速度将会一直持续下去，虽然随着时间的推移一些改变会发生，但至少还会持续10年。这一大胆的预测也就预示着，1975年集成电路的计算能力将是1965年的500多倍。[注]

然而，正像事情所发展的那样，摩尔的最大错误是太保守了。他的定律竟然持续了40多年，而不仅仅是10年，而且除了集成电路，数字化领域也在突飞猛进。值得注意的是，计算能力成倍增加所需要的时间也一直存在争议。在1975年，摩尔把他成倍增长的预测从一年修正为约两年，即今天人们普遍采用每18个月综合计算能力提高一倍的说法。可以毫无争议地说，摩尔定律将会一直持续大约半个世纪。

---

1. 即2^9=512。

摩尔定律：不仅仅是定律，而是更多好的思想

摩尔定律和热力学定律或者牛顿机械定律等物理学定律截然不同。那些定律所描述的是宇宙是如何运转的；不论我们做什么，它们都是真实存在的。相比较来说，摩尔定律所描述的是计算机行业工程师和科学家所做的工作；它评估的是，工程师和科学家们所付出的努力带来了多么持久和成功的进步。我们在其他行业是看不到这种持续进步的。

拿汽车行业来说，我们是看不到在低油耗的情况下，汽车的速度每隔一两年就能提升一两倍的，而且还是一直持续50年。当然，飞机和火车也没有能力在短时间内把它们的速度提高一倍。奥运会赛跑选手和游泳选手即使在一代人的时间里也无法把他们的比赛时间缩短一半，更别说是在几年时间里。

那么，计算机行业是如何保持这种惊人的发展速度的?

这里有两个原因。第一，虽然晶体管和其他计算要素被物质世界的定律所限制，正像汽车、飞机和游泳者一样，但在数字世界里，这些限制就变得异常松散了。这些限制只与每秒钟有多少电子在集成电路里移动有关，或者与光束在光缆中穿梭的速度有多快有关。而有时候在某个转折点上，数字技术的进步会突然冲破限制——虽然摩尔定律发生的速度一定会降下来，但这还需要一定的时间。半导体制造商博通公司的首席技术官亨利·萨缪里（Henry Samueli）在2013年预测：“摩尔定律将会走向终结——在接下来的10年时间里会渐渐终结，因此我们还有15年左右的时间。”

不过，尽管一些人一直在预测摩尔定律即将走向终点，但后来的事实证明，他们总是在反反复复地预测一个错误的结论。这并不是因为他们没有理解物质世界对数字世界的制约，而是因为他们低估了在计算机行业里那些努力开拓的人们。

第二，摩尔定律长期以来一直“运转良好”，我们甚至可以称它是“最出色的改进工”——它在数字工程领域找到了避开物质世界障碍的捷径。比如，当填充集成电路变得困难时，芯片制造商就采取多层叠加的方式去解决——这又开发出了一块新天地。当通信流量超出了光缆可以承受的限度时，工程师们开发了波分多路复用技术，这项技术能够同时在同一根玻璃纤维光纤中传输不同波长的光束。可以说，我们“最出色的改进工”一次又一次地找到了各种解决方案，避开了物质世界的限制。正像英特尔公司的研究主管迈克·梅伯里（Mike Mayberry）所阐述的：“如果你仅仅使用同一种技术，那么原则上你很快就会走到尽头。实际上，40年来，每隔5~7年的时间，我们都在提升和改进我们的技术，而且这样的做法没有尽头。”这种持续不断的改进使得摩尔定律成为我们这个计算机时代核心的思想和奇迹。而且在整个经济大背景下，它也是一个出色的亮点。

指数增长的魅力

一旦这种加倍增长的趋势持续一段时间，后面的数字就会推翻前面的，前面的数字也就变得毫不相关了。为了想清楚这一点，让我们看一个假设的例子。想象一下，埃里克给了安迪一只毛球——就是在《星际迷航》中那个长着绒毛且有着很高繁殖能力的毛球Tribble。每天，每只毛球会繁殖一只毛球，因此安迪的小动物园的规模每天都会增长一倍。这时候一般人都会说，毛球家族呈现的是指数增长。那是因为，在经过x天之后，如果用数学公式来表达的话，毛球的数量将是2^{x-1}，这里的x–1就是一个指数。像这样的指数增长是一种非常快的增长模式，在两周之后，安迪就会拥有1.6万只毛球了。图3–1所描绘的就是毛球家族随着时间而增长的趋势。

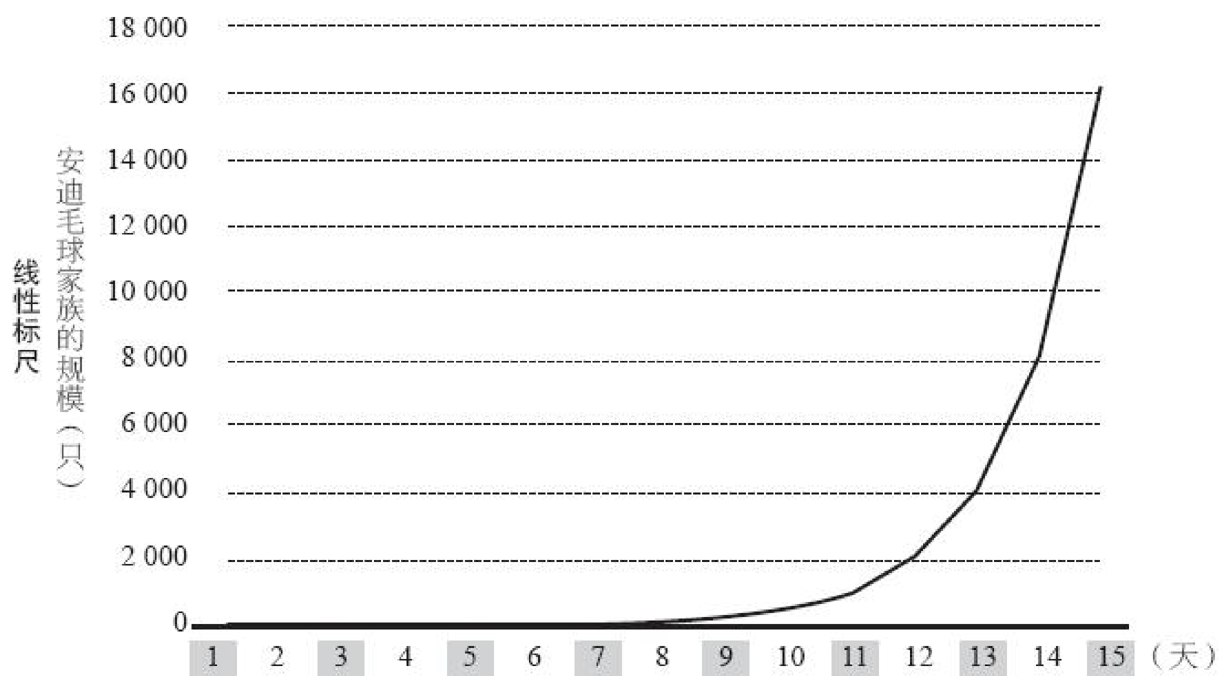


图3–1 随时间增长的毛球：持续双倍增长的力量

这张图是非常准确的，但会给人一种误导。它看起来就好像是，所有的增长都发生在最后那些天里，而第一周没有任何事情发生。但同样的奇迹——每天成倍增长的毛球，一直在所有时间里发生，并没有加速或突然爆发。这种稳定的指数增长是埃里克给安迪的“礼物”中真正有趣的事情。为了阐述得更明白点，我们要修改这张图表中的数量间隔。

我们绘制图3–1所使用的是标准的线性间隔，也就是说竖轴的每段分割指示的都是2000只毛球。正如我们看到的，这样绘制的图非常清晰明了，但它却不利于充分说明指数增长。为了更好地强调这一点，我们将把线性间隔修改为对数间隔，也就是说竖轴的每一段分隔都代表的是毛球数量10倍的增长：第一次增长从1~10，然后从10~100，再之后从100~1000，依次类推。也就是说，我们在竖轴上用10倍的间隔标示数量级的增长（如图3–2所示）。

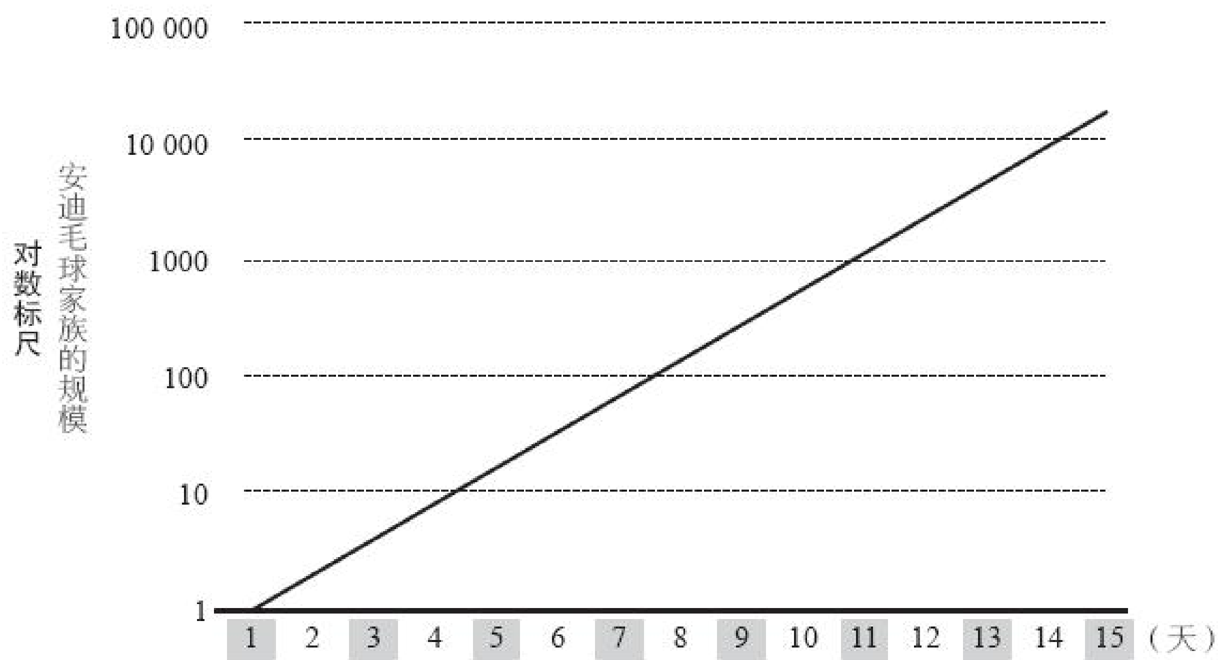


图3–2 随时间增长的毛球：持续双倍增长的力量

对数图有一个非常出色的特征：它们可以把指数增长显示为一条完美的直线。图3–2就是用对数标尺标示的安迪毛球家族的增长趋势。

对数图强调的是随着时间的推进双倍增长的稳定性，而不是最后时间的大规模增长。正因为此，我们经常使用对数标尺来绘制双倍增长以及其他一系列指数增长的趋势。这种图凭借一条直线就能清晰地评估速度的增长：指数越大，增长得越快，图中直线的斜率就会越大。

要破产的国王、没有头脑的创新者以及棋盘的另一半

实际上，我们的大脑很难理解持续不断的指数增长。尤其是，我们会严重低估最后数据的规模。发明家和未来学家雷·库兹韦尔（Ray Kurzweil）复述了一个古老的故事，清晰地阐述了这个话题。国际象棋起源于公元6世纪的印度笈多帝国。故事是这样的，国际象棋是一位非常聪明的人发明的，有一次他旅行到了笈多帝国的国都巴特利普特那，就把象棋献给了国王。国王对这个新奇的玩意儿非常入迷，他就想着给这个发明者一些奖赏。

发明者赞美了国王的慷慨，他对国王说："我只要能够填饱我们一家人肚子的米就可以了。"由于国王的慷慨是由象棋的发明激发的，发明者建议使用象棋的棋盘来测量他所要的米。"在棋盘的第一个方格里放一粒米，在第二个格里放两粒米，在第三个格里放四粒，就这样一直放下去，"发明者提议道，"每个方格里的米粒都是前一格里的两倍。"

"好，就这样做吧。"国王回答道，他认为这位发明者非常谦逊。

摩尔定律和前面毛球的例子使我们明白国王是无法满足发明者的要求的：即使以一个很小的数字开始，但以2倍的速度增长63次，最后产生的将是一个天文数字。如果这位发明者能够得到他想要的米粒，那么最后一格米粒的数量将是2^{64-1}，如果将所有的米粒加起来，数量将超过1800亿亿。一堆如此多的米粒将会令珠穆朗玛峰也显得矮小无比，这些米要比全世界历史上所有出产的米还要多。因此，这个国王是无论如何也满足不了这个要求的。在这个故事的其他一些版本中还

有这样的结局，国王意识到他被戏弄了，于是把发明者的头砍了下来。

库兹韦尔讲述这个发明者和国王的故事是在2000年出版的书《灵魂机器的时代：当计算机超过人类智能时》（*The Age of Spiritual Machines: When Computers Exceed Human Intelligence*）中。他讲这个故事不仅是为了说明指数增长的力量有多么强大，而且是为了强调当数字达到了一个很大的数量级时将会变得无法想象。

在填完32格之后，国王已经赐给发明者40亿粒米了。这还是一个比较合理的数量——大约相当于一大片土地的产量，这时候国王才开始注意到数量的庞大。

但这位国王依然神清气定，那位发明者的项上人头也没落地。但当他们进入棋盘的另一半时，他们中的其中一人就肯定会遇到麻烦了。

库兹韦尔极富远见地认识到，虽然棋盘的前一半的数量级已经很大了，但在现实世界中我们还是可以见到的。40亿粒米可能还处于我们直觉之内，比如我们在收获季节会想象米粒的数量，我们会去猜想当今世界最富有的人有多少财富，或者计算一下国家的债务水平。然而，在棋盘的另一半中，由于数量被累积到100万的平方、100万的3次方、100万的4次方，我们就无法想象了。我们甚至也无法想象这些数字是如何按照指数级的速度持续增长的。

库兹韦尔关于棋盘的一半和另一半的区别与分析激发了一种快速的计算方法。其中，美国经济分析局对美国公司费用支出的跟踪很有特色。经济分析局在1958年第一次把信息技术作为公司独特的投资领域。我们把那一年当作摩尔定律进入商业领域的起点，并且使用18个月作为双倍增长的时间节点。在经过32年的双倍增长之后，美国商业进入了棋盘的另一半，数字化工具开始使用了。那是在2006年。

当然，这种计算和划分方法并不正式，甚至还有点娱乐性质，也就是说，并不是你锁定了技术腾飞的某个起点之后，所有的改变都在这个点上发生了。你可以很容易地把1958年当作起点，将18个月作为双倍增长的时段。当然，不论这两个假定条件的哪一个改变，都将在棋盘的一半和另一半之间产生一个不同的分界点。我们也知道，商业技术专家并不仅仅在另一半棋盘里才进行创新；正像我们后来讨论的，今天和明天的技术突破如果没有昨天的技术推动也是不可能发生的。

我们之所以把这种评估方法提出来，是因为它涉及一个重要的思想理念，即指数增长最终会产生令人惊愕的大数字，这些数字完全超出了我们的直觉和经验。或者说，事情突然在棋盘的另一半中变得奇异无比。就像那个国王一样，我们大多数人都无法感知了。

能够让第二次机器革命时代突显出来的一个重要因素是，棋盘的另一半迸发出来的速度将有多快。我们当然不是在这里宣称，没有其他技术在以前出现过指数增长。事实上，由瓦特发明的蒸汽机带来的创新也曾经一度带来了巨大的技术提升，这种提升在接下来的200年时间里确实呈现了指数增长。但这种指数增长的规模还是相当小的，所以在那段增长时期，在效能上只出现了三四次的双倍增长。如果按照这种速度，那么要想达到棋盘的另一半，至少需要花费1000年的时间。而在第二次机器革命时代，双倍增长发生的速度会快得多，也就是说，指数增长表现得会更显著。

棋盘的另一半里的技术

快速双倍增长的计算评估方法也能帮助我们理解为什么数字技术在这段时期里提升得如此迅速，以及为什么我们最近会看到如此多的商业小说所描述的场景都变成了商业现实。那是因为这种具备摩尔定律特征的稳定而快速的指数增长，使我们到达了一个与众不同的计算体系的节点。我们在前面章节所描述的创新技术，比如在车流中行驶的无人驾驶汽车，《危险边缘》中获胜的超级计算机，自动创作生成的文章，廉价、灵活的工业机器人，价格低廉且集通信设备、三录仪与计算机为一体的电子设备，这些产品都是2006年之后才出现的，它们以及其他无数种令人炫目的科技产品大大有别于以前的产品。

它们纷纷出现的其中一个原因是，构成这些产品核心的数字化技术已经变得足够迅速和廉价，能够大量地装配这些数字产品。这和10年以前的情况是不一样的。那么，数字技术的进步如果用对数标尺来衡量应该是什么样的？让我们来看一看（如图3–3所示）。

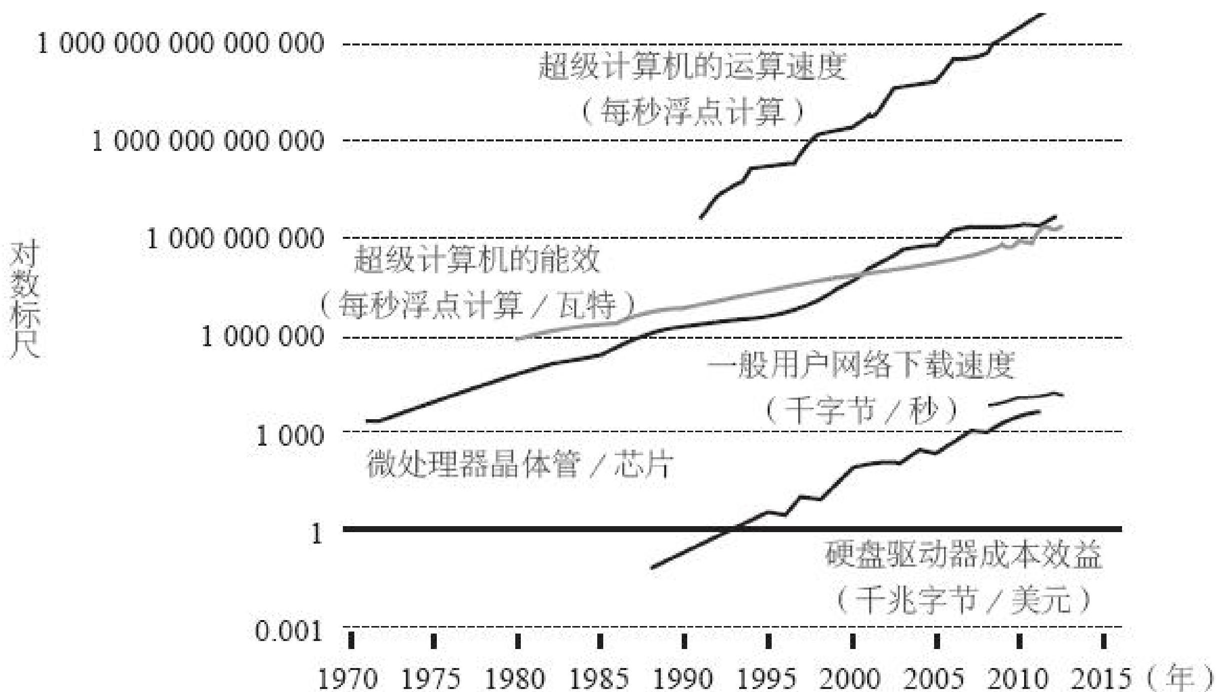


图3–3 摩尔定律的多种维度

这张图说明，摩尔定律既具有持久性，也具有一定的广泛性；它已经持续了很长时间（在一些情况下持续了10年），而且适用于很多种数字化技术的进步。正像你看到的，如果在纵轴上使用标准的线性标尺，那么所有近乎平直的线段看起来都像前面图中安迪的毛球家族一样——大部分都是水平的，然后突然在最后就接近垂直了。实际上在这种情况下，并没有真正可行的方法能在一张图上把它们全部展示出来——它们所涉及的数字差异太明显了。而对数标尺可以考虑到所有的这些问题，它能帮助我们对数字化技术和工具的提升有一个清晰而全面的认识。

很明显，计算机处理系统的关键组成要素——微型集成电路片密度、处理器速度、存储容量、能效、下载速度等，长时期以来一直在呈现指数增长。为了真正理解摩尔定律在现实世界中的影响力，让我们对比几段双倍增长时期之前以及之后计算机性能的优劣。ASCI Red超级计算机，是美国增强战略运算能力计划（ASCI）[注]第一阶段的产品，当它在1996年被研发出来时是世界上运算速度最快的超级计算

机。这台超级计算机被安装在新墨西哥州的桑迪亚国家实验室，它的成本高达5500万美元，由100个电子柜拼合而成，占地达到1600平方英尺（约150平方米，有一个网球场80%的面积那么大）。在对计算机速度进行的标准的基准测试中，ASCI Red超级计算机成为第一台浮点运算达到万亿级别的计算机——每秒1万亿次的浮点运算。为了达到这一运算速度，这台超级计算机每小时要耗费800千瓦的电量，相当于约800个普通家庭的用电量。到1997年，它已经达到了1.8万亿次的浮点运算。

9年之后，另一台计算机也达到了1.8万亿次的浮点运算。但它不是用于模拟核爆炸，而是用于在实时的三维世界画面中进行复杂的图像处理。也就是说，这台计算机不是为物理学家服务的，而是为游戏玩家服务的。这台超级计算机就是索尼PlayStation 3（索尼家用游戏机三代），它在性能上可以媲美ASCI Red超级计算机，然而其成本却只有500美元，所占用的面积不足一平方米的1/10，功率也仅有约200瓦。在不到10年时间里，数字化技术的指数增长已经把万亿级别的浮点运算从单一的政府实验室扩散到全世界的客厅和大学生宿舍。索尼PlayStation 3大约售出了6400万台，而ASCI Red超级计算机在2006年就退出了服务的舞台。

指数增长还使得我们前面章节中提到的很多技术进步成为可能。IBM的“沃森”拥有极其聪明的运算“头脑”，但如果没有优良的计算机硬件它也是没有竞争力的——要知道“沃森”的硬件系统要比“深蓝”的性能强大100倍。而“深蓝”曾在1997年与世界象棋冠军加里·卡斯帕罗夫（Garry Kasparov）的对弈中获胜。像Siri这样的语音识别应用也需要优良的计算处理能力，而它现在在像苹果iPhone 4S（是安装Siri系统的第一代手机）这类的手机上已经开始了应用。事实上，iPhone 4S在处理能力上就像苹果公司10年前研发的顶级Powerbook G4（第四代强力笔记本计算机）笔记本一样强大。正像现在所有的创新一样，指数

增长和进步能够始终确保技术处在最前沿，也能促使科幻小说在棋盘的另一半中成为现实。

---

1. 美国克林顿总统执政期间，美国能源部启动了提高战略运算能力计划，把以前用于研制核武器的一部分经费拨出来，资助企业和大学使用比较普通的部件研制超级计算机，以便在不危及国家安全的情况下通过三维建模和仿真模拟试验来检测其核武器的战斗力。ASCI项目的最终目标是研制出100万亿次的超级计算机系统及相应的软件和算法。ASCI计划分5个阶段逐步实现最终目标，分别是打造1万亿次、3万亿次、10万亿次、30万亿次和100万亿次的系统，即每个阶段运算速度大约提高3倍，平均每两年为一个阶段，前三个阶段分别称为红色、蓝色和白色。——译者注

并不仅仅是计算机：摩尔定律的扩展

对计算机世代升级的另一种对比方法强调的不仅仅是摩尔定律的强大能量，还有它的广度。正像在ASCI Red超级计算机、索尼PlayStation 3、Cray–2超级计算机（1985年生产）和iPad 2平板电脑（2011年生产）的例子中，它们有差不多相同的最高计算速度。但iPad 2还有扬声器、麦克风和耳机接口。它还有两个摄像头，一个是前置VGA（视频图形阵列）摄像头，另一个是后置摄像头，能够拍摄高清视频。这两个摄像头都具备摄像功能，背后的摄像头还有5倍的数字变焦。iPad 2平板电脑还拥有信号接收系统，这使它具备无线电话和WiFi（无线）网络系统的功能。它拥有GPS接收器、数字指南针、加速表、陀螺仪、光敏感器。虽然它没有内嵌式键盘，但它可以依靠高清触摸屏同步跟踪11个触控点。所有的性能都囊括在一种设备里，然而其成本却不到1000美元，而且还要比很多杂志更小、更薄、更轻。Cray–2超级计算机的成本高达3500万美元（以2011年的美元来衡量），但相比起来，它却是一个聋子、哑巴、瞎子和呆子。

苹果公司之所以能够把所有这些功能都融入iPad 2中，是因为一个更宽广而深远的转变在最近几十年里已经发生了：像麦克风、摄像头、加速表这类的传感器已经从模拟世界转移到了数字世界。在本质上，它们已经变成了计算机的芯片。在这一过程中，它们呈现出了摩尔定律指数级增长轨迹的特征。

记录声音的数字化工具和技术是在20世纪60年代开始使用的，1975年伊士曼柯达公司的一位工程师制造出了第一台现代意义上的数码照相机。早期的数码相机既昂贵又笨重，但之后产品性能迅速提升，价格也直线下降。柯达的第一台单反数码相机DCS 100在1991年上市时成本大约为1.3万美元；它拥有130万的最大像素，所拍摄的照

片被存储在一块重量达4.5公斤的单独硬盘存储器里——拍摄者需要把存储器挂在脖子上。然而，数码相机每一美元所获得的像素每年都会成双倍增长［这一现象被称为“亨迪定律”，是由柯达公司澳大利亚雇员巴里·亨迪（Barry Hendy）发现并记录的］，而与之相连的数字化部件也随着时间的变化而呈现出了指数级变化——更小了、更轻了、更便宜了、更好了。数字传感器累进式的技术提升也就意味着在DCS 100出现20年之后，苹果公司完全可以把兼具摄影和摄像功能的微型摄像头融进iPad2之中。当苹果公司在第二年又推出了新一代的iPad产品时，后发的照相机革命已经把技术提升了7倍还多。

机器的眼睛

当摩尔定律在处理器、存储器、传感器以及其他计算机硬件（一个极其例外的情况是电池，它的性能并不是以指数比率提升的，那是因为它基本上是由化学成分构成的，而不是电子化产品）发挥作用时，它并不仅仅使计算机设备变得更快、更廉价、更小、更轻，它还使得这些设备的性能提升到我们之前根本就无法想象的高度。

人工智能领域的研究专家一直着迷于（甚至是迷恋于）同步定位与建图问题，也被称作SLAM。(注)实际上，SLAM就是当你穿梭于一栋不熟悉的建筑物时，你把这栋建筑物以地图的形式在脑子里绘制出来的过程，包括门在哪里、楼梯在哪里，以及你可能碰到的所有东西。同时，你也能把你在这栋建筑物的行踪完整地记录下来（比如，你能找到回到楼下以及从前门出去的路径）。对于绝大多数人来说，SLAM仅仅需要一点点思想意识就能做到。但如果要教会一台机器这样做，将会是一个巨大的挑战。

应该给机器人安装哪种传感器（摄像头？激光器？声波定位仪？），传感器在接收到信号后又该如何解析？这些都是研究专家们曾经认真思考过的问题，但针对这些问题的解答进展得并不顺利。正像2008年对这个研究课题所进行的总结一样，SLAM是“机器人所面临的基本挑战之一——（但它）看起来好像几乎所有当前的方案都无法在一个面积较大的区域内持续不断地完成地图的绘制，主要原因之一是计算成本的增加，另一个是当场景和区域变大时，一些不确定的因素就显现了出来”。总起来说，感知一大块区域，并且能够立即吸纳、解析获取的所有数据是非常棘手的问题，这个问题严重阻碍了SLAM

的进展。直到一件售价150美元的视频游戏周边设备生产出来之后，这个问题才得以解决——这正是SLAM的难题被公布出来两年之后。

2010年11月，微软公司推出了Kinect传感器，作为应用于Xbox游戏平台的周边设备。Kinect能够追踪两名操作中的玩家，捕捉每名玩家多达20个关节点。如果一名玩家移动到另一名玩家的前面，这个设备就会对被隐藏在后面的玩家的动作做出最精准的推测，然后当他或她重新回到监控视野范围时，再对其所有的节点进行无缝式的捕捉。Kinect能够通过光线和声音识别玩家的脸、声音和手势，要完成这些，它需要使用数字传感器——包括一排麦克风（一排麦克风要比单独一只麦克风更精确地探明声音的来源）、一个标准的视频摄像头以及一套既能投射又能探测红外线的全方位感知系统。然后设备中的数个处理器和大量的专用软件把这些传感器的输出信息再转换成游戏设计者能够使用的信号。到最后，所有的功能都被融进了这台仅有4英寸（约10厘米）高、不足1英尺（约30厘米）宽、零售价为149.99美元的设备中。

在产品发售之后，Kinect在60天之内的销量就超过了800万台（超过了iPhone和iPad），直到现在这一数据还依然保持消费电子产品销售速度最快的吉尼斯世界纪录。早期的Kinect能够让玩家玩飞镖、搏斗以及《哈利·波特的魔法术》等游戏，但这些还远远没有穷尽这台设备的功能。2011年8月，在加拿大大不列颠哥伦比亚省温哥华市SIGGRAPH（图形与交互技术特别兴趣组）大会上，微软公司的员工和专家使用Kinect砰地一声(注)关上了机器人领域这个长期存在的难题和挑战。

SIGGRAPH是致力于研究和实践数字图形规模最大且最负盛名的研究团体，参与者包括研究专家、游戏设计者、记者、企业家和对这一领域感兴趣的其他人士。这个团体的大会是微软展示“创想计划”网

站所称的“自垦改变一切”(注)项目的最佳平台。这个项目指的就是“KinectFusion”——它利用Kinect来解决SLAM难题。

在SIGGRAPH 2011年的一段视频展示中，一个人手持一台Kinect，对着一间普通的办公室——里面有椅子、盆栽植物以及台式计算机和显示器。当他这样做的时候，视频图像就被分解成Kinect能够感知的多幅屏幕。从这段视频中，我们就能很清楚地知道，即使Kinect没有完全解决这间办公室的SLAM难题，也基本差不多了。在实际的过程中，Kinect能够绘制一幅三维的房间地图，里面有所有的物品，还包括一位待在房间里的人员。对于KinectFusion，科技博客Engadget在SIGGRAPH大会之后的登记条上写道：“Kinect把3D感应带到了主流世界，而且研究专家们的智慧也变成了商品化的产品，简直太疯狂了。”

2011年6月，也就是在SIGGRAPH大会召开前夕，微软公司已经开发了Kinect软件开发包，供程序员使用。在大会之后，人们使用Kinect来进行同步定位与建模的兴趣迅速增长，很多机器人和人工智能研究领域的团队都下载了软件开发包。

在不到一年的时间里，一支由我们麻省理工学院计算机科学与人工智能实验室的同事约翰·伦纳德（John Leonard）引领的爱尔兰和美国研究团队宣布了Kintinuous的诞生，它实际上相当于一个“空间扩展”了的KinectFusion版本。借助Kintinuous，使用者可以使用Kinect扫描像公寓大楼里面积更大的室内场景，甚至是室外的环境（这个团队在夜间驾驶时，借助手持Kinect，透过汽车玻璃，来扫描外面的场景）。在阐述他们项目的文章最后，Kintinuous研究团队写道：“在未来，我们将会把这个项目扩展到彻底解决SLAM难题。”我们也认为，距离他们宣布成功的日子已经不远了。当极富创造天分的技术专家与摩尔定律的指数增长完美结合起来的时候，即使最棘手的问题也可以迎刃而解。

在前面章节里我们谈到，价格低廉、功能强大的数字传感器是一些科技类科幻小说一定会涉及的话题。Baxter拥有多个数字摄像头，以及一组强大的定位探测器。所有这些工具和设备在不久之前还显得笨重无比，而且精确性不够，昂贵的价格也使其无法实际应用。Google无人驾驶汽车吸纳了几种传感技术，但它最重要的“眼睛”是被装配在汽车顶部的巨大的LIDAR［是LIght（灯）和raDAR（雷达）的结合体］。这个设备是由Velodyne公司（一家激光雷达传感器制造公司）生产的，它安装在每秒旋转10次的机器罩里，包含了64道相互分离的激光束以及同等数量的探测器。LIDAR每秒可采集130万个数据点，然后设备上的计算机把这些数据点整合起来，转换成一个实时的3D画面——可以覆盖周围100米。早期的商业LIDAR系统在2000年左右就出现了，但其成本却高达3500万美元，而在2013年，Velodyne公司为自动行驶车辆装配的雷达系统价格却只有约8万美元，而且这个数字在不远的将来还会大幅下降。该公司的创始人和首席执行官戴维·霍尔（David Hall）预测，大批量生产将会使得这一产品的价格降至相当于“一台几百美元的照相机”的水平。

本章所有的这些例子都在说明，为什么我们现在处于第二次机器革命时代的三个基本特征中的第一个：稳定的指数增长已经把我们带入棋盘的另一半时代——我们所惯常认为的那种可以催生未来的“前车之鉴”在这个时代里已经不再可靠。摩尔定律的双倍累积效应，以及双倍累积的外溢效应仍会纷至沓来，用不了多少年，我们的世界将会是一个超级计算机的世界。在这个世界里，前所未有的廉价传感器所带来的“廉价”解决方案将会使以前棘手的难题消遁于无形，科幻小说的虚幻世界也将变成活生生的现实。

有时候一定程度上的不同（换句话说，更多的是相同），能够变成根本上的不同（换句话说，与任何事物都不相同）。棋盘的另一半的故事提醒我们，我们应该充分意识到，充足的指数增长和进步能够

把我们带入一个令人吃惊的新天地。实际上，最近的很多例子都让我们确信，我们已经进入了一个新天地。

---

1. SLAM问题可以描述为：机器人在未知环境中从一个未知位置开始移动，在移动过程中根据位置估计和地图进行自身定位，同时在自身定位的基础上建造增量式地图，实现机器人的自主定位和导航。——译者注
2. 作者在此处用了“SLAM”这个词的双关语义，“SLAM”既可以指“同步定位与建模”，也可以指“砰地关上门”。——译者注
3. 全称为The Self-Hack That Could Change Everything。在这一背景下，“开垦”指的是把一台数字化设备的内部详情挖掘出来，并用于非常目的。而“自垦”则指的是公司把数字设备的研发摆在第一位。

第4章 数字化：关乎一切

“在你衡量你所谈论的话题时，如果能以数字的形式表达出来，那说明你对这个话题知其一二；而当你无法用数字表达时，你的知识就是贫乏的、不能令人满意的。”

——开尔文男爵（Lord Kelvin）

19世纪英国卓越的物理学家

“嗨，你听说过……吗？”

“你得看看……”

像这样的问题和建议是我们每天都会面对的话题。它们是我们从朋友、家庭和同事那里获取新消息、新事物的途径，也是我们在接触到描述新奇事物的语句之后再进行传播的有效渠道。一般情况下，这种形式的“寻酷”最终都会产生一些“美妙”的结局——一支乐队、一家饭店、一个旅游胜地、一个电视节目、一本书或者一部电影的名字都会从人们的嘴中“蹦跳”而出。

在数字化时代，这些人们谈论的话题最终可能会变成一家网站或者一件新奇玩意儿的名字。而在当下，人们“寻酷”的对象可能就成了智能手机的一个应用程序。现在市场上流行的两种技术平台——苹果公司的iOS操作系统和Android操作系统（又称安卓操作系统），其应用程序已经达到了50万种。大量的“前10名”以及“最佳”应用程序列表能够帮助手机使用者在智能手机应用程序的“海洋”里搜寻到有价值的“珍珠”，但传统口口相传的形式仍然活力不减。

不久前，麻省理工学院斯隆管理学院的博士生马特·比恩（Matt Beane）——他也是我们数字前线团队的成员，给我们提供了一个点子：“你们考虑一下使用Waze，真是太棒了。”但当我们发现他所说的Waze就是一个基于GPS的应用程序，而且这个程序只提供驾驶导航时，我们的兴趣立刻就消失得无影无踪了。因为我们的汽车有导航系统，而且iPhone里的地图应用程序完全能够给我们提供驾驶导航。所以，我们现在看起来并不需要另一个“指导我们如何到哪里”的导航技术。

马特给我们耐心地解释说，使用Waze就好像你在拉力赛中驾驶着一辆杜卡迪摩托车同一辆牛车进行比赛。Waze不像传统的GPS导航仪，它一般不会告诉你到达目的地的最佳路线，而是实时地告诉你应该走哪条路线。正像这家公司的网站所说的：

Waze的设计理念起源于数年前，当时有人给埃胡德·沙卜泰（Ehud Shabtai）送了一台有GPS功能的掌上计算机。埃胡德本来很兴奋，但很快兴奋就被失望代替了，因为这款产品并不能根据车辆的行驶进程实时地反映变化的路况……

于是，埃胡德要亲手设计这样的产品。他的目标就是，他设计的这款产品在任何既定的时刻，都能够清晰地反映交通系统的运行状况以及与驾驶员相关的所有信息。

任何使用传统GPS导航系统的人都会有埃胡德所碰到的挫败感。是的，导航仪的确知道你的准确位置，因为有美国政府发射和维护的24小时地球同步GPS导航卫星网络。这些卫星也很熟悉各种公路——哪一条是国道以及哪一条是城市单行道等，因为它们有一个庞大的数据库以支持这种信息。这就是传统GPS导航系统所能做的。但一位驾驶员真正想要知道的，包括交通堵塞、交通事故、道路封闭以及其他影响行驶时间的因素，是传统的GPS导航系统无法满足的。例如，如果要计算从安迪家到埃里克家的最佳路线，只要规划好出发点（安迪

车的当前位置）和终点（埃里克的家），并查询路线数据库就能计算出理论上的两地之间的“最快捷”路线。这条路线将包括主干道和国道，而且还有最高限速要求。

然而，如果在上下班高峰期，这种理论上的“最快捷”路线就不一定是最佳行驶路线了。想象一下吧，成千上万辆车拥挤在主干道和国道上，行驶速度根本无法达到最高行驶速度，更别说超速了。为了避开拥堵路段，安迪必须尝试去寻找畅通的僻静小道——多年通勤者才会熟悉的道路。安迪的GPS是能够清晰地显示这些道路的（如果GPS能够按时升级，它能显示所有的道路），但它却不知道在星期二早上8点45分这些道路是不是最佳的行驶路线。即使他是从僻静小道出发的，他“装备精良”的GPS也会引导他往高速公路上行驶。

埃胡德认为，一个真正有用的GPS系统需要知道的不仅仅是路上的某一辆车行驶在哪里。它也需要知道，其他车辆在哪里，这些车辆行驶的速度有多快。当第一批智能手机投向市场的时候，他看到了一种可能性，于是在2008年他与尤里·莱文（Uri Levine）和阿米尔·希纳尔（Amir Shinar）一起创建了Waze。Waze的过人之处是能够把所有使用该程序的智能手机都变成传感器，然后持续不断地把它们的位置和行驶速度信息上传到公司的服务器上。当越来越多的智能手机都在使用这种应用程序时，Waze就会获得一个特定区域越来越多的的车辆行驶状况。Waze程序所显示的不仅仅是一幅静态的公路地图，它也能实时地升级最新的交通状况信息。它的服务器通过使用地图、实时信息和一系列复杂的运算法则生成导航路线。如果安迪想要在星期二上午8点45分开车去埃里克家，Waze是不会把他导航到高速公路上的，它会一直引导他在城市街道上行驶——那里的交通状况在那个时间要相对好得多。

Waze这种使用者越多功能越强大的特性——对每个使用者来说，一种资源的价值会随着每个加入者的增加而增长，就是被经济学家称

为“网络效应”的经典案例。事实上，Waze使用者的数量也一直在迅速地增长。在2012年7月，公司报告称，Waze的使用者在过去的6个月时间里已经实现了翻番，达到了2000万用户。这个庞大的群体已经行驶了约52亿公里的路程，实现了数千次交通事故、突发性交通堵塞、警察限速、公路关闭、高速公路新出入口、降价加油站以及其他很多驾驶员们感兴趣项目的数据更新和升级。

有了Waze，GPS就成了驾驶员手里的全方位助手：一个能够让你快速而容易地到达你想要去的地方的系统，不论你是否熟悉当地的公路以及公路状况。它会使你瞬间成为对那个城市无所不知的超级车手。

比特经济

由于摩尔定律和技术的指数级增长——也就是我们前面章节所探讨的话题，Waze的规模才有可能做得很大。这种服务系统依靠的是大量功能强大却很廉价的设备和工具（也就是使用者的智能手机），这些设备和工具中的每一种都拥有一系列处理器、传感器和发射器。这类技术在10年以前都是不存在的，当然也包括Waze。这类技术之所以在过去的一些年里变得可行了，是因为数字能量的迅速积累和技术成本的下降。正像我们在第3章所看到的，计算机设备和工具的指数级发展是催生第二次机器革命时代到来的三大根本动力之一。

当然，Waze也非常依靠这三大动力中的第二个：数字化。在里程碑式的著作《信息统治》（*Information Rules*）中，两位经济学家卡尔·夏皮罗（Carl Shapiro）和哈尔·瓦里安（Hal Varian）把这种现象界定为“对信息流进行数字化的编码”。换一种说法，就是把所有的各种各样的信息和媒体形式——包括文本、声音、图像、视频以及工具、设备和传感器里的数据等，转换成无数的“1”和“0”，也就是计算机以及其他同类产品能够识别的语言。比如，Waze使用的就是几种信息流：数字化的街道地图、应用程序发布的车辆定位以及交通拥堵的警示信息。Waze能够把这些信息流整合在一起，转换成对使用者非常有用的信息，这就是这一服务备受欢迎的原因。

我们理所当然地认为，在读了夏皮罗和瓦里安以及其他人的作品之后，加上一直对互联网上相关的内容有所吸收和了解，我们对数字化应该是非常了解的。但让我们始料未及的是，在过去的数年时间里，数字化在各个领域的进步已经远远超出了我们的想象。它的体量、种类和速度已经发生了大爆炸。这种数字化的爆发带来了两个深

远的影响：获取知识（或者做科学研究）的思路更多了，创新的速度更快了。这一章我们将探究数字化那迷人的发展历程。

像其他很多种线上服务系统一样，Waze使用的是数字信息两个众所周知、独特的经济特性：这类信息的非竞争性和复制时的零边际成本。我们可能每天都会说，数字信息是“取之不尽，用之不竭”的，而且将其复制成另一种数字化资源也是极其廉价的。下面让我们更详细地了解一下数字化技术的这些特性。

我们每天都会碰到竞争性产品，这种竞争性产品指的是，一个人或某件东西在一定时间里只能独自享有这种产品。如果我们两个人从波士顿飞往加利福尼亚，在我们之后起飞的飞机就不能使用我们飞机上的燃料。安迪也是无法使用埃里克已经坐上的座位的（航空公司的规定就是禁止座位共享，即使我们有意为之），而且他也不能使用他同事的耳机——如果埃里克已经把耳机插在智能手机上并且正在听音乐。然而，数字化的音乐本身却不是竞争性产品。埃里克在听一首乐曲并不能阻止另一个人在同时或之后也听同样的乐曲。

如果安迪购买并阅读了科幻小说家儒勒·凡尔纳（Jules Verne）一部古老的精装作品集，他并没有把它“用尽”；他阅读完可以把这本书送给埃里克。但如果我们两个都想在同一时间翻阅《海底两万里》（*Twenty Thousand Leagues Under the Sea*），那么我们要么去找一本复制本，要么安迪可以利用他手中的一本再复制一本。他这样做可能是合法的，因为这本书已经不在版权期内了，但他仍旧需要在复印机上花费很多时间或者付钱让别人代劳。不论是哪种情况，复制出来一本书都不是廉价的。另外，在一遍又一遍地多次复印之后，阅读起来也会变得更加困难。

但如果安迪获得了这本书的数字版权，只需要按几下按键或者点几下鼠标就能创造出一个复制品，可以把它保存在物理磁盘上，然后把这个复制品交给埃里克。和复印机不同，对数字信息进行复制，复

制版和原版几乎毫无差别。可以说，数字信息的复制极其廉价、快速和容易。虽然一本书或一部电影的原始版本需要花费大量的成本去制作，但如果复制更多的样本却几乎不花费任何成本。这就是所谓的“复制的零边际成本”。

当然，现如今，安迪交给埃里克的也并不是一张磁盘，而更可能是以文件的形式附在邮件之中，或者通过类似Dropbox这样的云服务平台进行文件的共享。当然，不论是哪一种方法，他都要使用互联网。他之所以采用这种方法是因为，它更快、更方便，而且更重要的是，它基本免费。就像大多数人一样，我们在家里的互联网接入和我们的移动设备都是包月之类的固定付费（麻省理工学院要为我们的工作网络付费）。如果我们超出了一定的数据额度限制，我们的互联网服务提供商可能就会对我们额外收费，但在超额之前，我们都可以畅通无阻地使用互联网；而且不论我们上传或下载多少数据，也不需要额外付费。这样的话，即使通过网络接收或发送大块的数据也不用担心额外付费。不像原子组成的产品，由比特组成的产品能够进行完美的复制，它可以几乎零成本地瞬间穿越整个房间或者整个地球。对大多数产品来说，想要自由、完美并且即时地传输好像是不合理的预期，但当更多的信息被数字化之后，更多的产品也将会变得自由、完美和即时。

商业模式：当第一个版本仍旧昂贵之时

夏皮罗和瓦里安比较雅致地把这些特征描述总结为，在一个计算机和网络时代，“信息是天价地生产、廉价地复制”。我们在第2章里所提到的“科幻小说走进现实”技术——即时在线翻译服务，就是利用了这样的事实。它们使用相匹配的两套文档——需要人工花费高额成本从一种语言翻译成另一种。还比如，欧盟以及它的前身自1957年起，签发的所有官方文件都要使用其所有成员国的主要语言；而联合国的语言也丰富多彩，要以6种官方语言起草文件。

这种大规模信息的创造并不是廉价的，不过这种信息一旦被数字化之后，它的复制、剪切以及共享就相当廉价了。基本上，Google翻译这类的服务遵循的就是这样的理念。当它需要把一句英语翻译成德语时，它基本会扫描它所知道的所有英语和德语文件，以寻找一个接近的匹配（或者一些接近匹配的片段），然后再转换成相应的德语文本。今天大多数高级的自动翻译服务，并不是建立在教计算机如何掌握人类语言使用规则以及如何使用语言的任何新近的研究结果之上的。相反，它们使用的是数据匹配模式，就是在翻译过程中，借以匹配海量的花费巨额成本生成但可以廉价复制的数据内容。

接下来会发生什么：当内容的获取变得免费之时

如果信息生成并不需要花费巨额成本，那么在这个数字化的世界里将会发生什么事情？如果在一开始的时候就不存在版权问题，将会发生什么？在《信息统治》这本书出版之后，我们一直在积极探寻着这些问题的答案。

传统的商业信条是，“时间就是金钱”，但在这个让人吃惊的现代互联网世界里，究竟有多少人愿意贡献出自己的时间去生产线上的内容而又不寻求任何金钱回报呢？例如，维基百科的内容是依靠全世界的志愿者免费创造的。到目前为止，它拥有世界上信息量最大的参考资源，但没有人通过撰写或者编辑网站上的文章获得任何报酬。同样的还有无数的网站、博客、讨论区、论坛以及其他在线的信息资源。它们的创作者总是无偿地提供信息，并不期望获得直接的金钱回报。

当夏皮罗和瓦里安在1998年出版《信息统治》时，使用者自主生成内容且不存在金钱转换关系的时代还没有到来。Blogger是最早的网络日志服务商之一，它是在1999年8月创办的；维基百科是在2001年1月创办的；早期的交友网站Friendster是在2002年创办的。后来，Friendster很快被2004年创办的Facebook超越了，Facebook从此一路高歌，发展成为世界上最受欢迎的网站之一。事实上，世界上最受欢迎的内容网站中，有60%的网站是主要依靠使用者自主生成的，而在美国，顶级的10家网站中也有6家属于这种发展模式。

所有使用者生成的内容不仅让我们感到了自我表达和交流的通畅与自由，还帮助促进了最近我们看到的“科幻小说走进现实”技术的发展。例如，Siri通过分析它的使用者生成并日益发展的声音文件与声音识别系统的相互作用，就能够随着时间的推移而提升自己。沃森超级

计算机的数据库，包含了大约两亿个的文件页面，数据容量达到4 TB——内含维基百科的全部内容。有段时间沃森也收录了语言风格火辣的《城市词典》（*Urban Dictionary*）里的内容，但令生成这些内容的使用者惊愕的是，沃森开始骂脏话了，最后研究人员不得不去除了《城市词典》的内容。[注]

对于互联网上使用者自主创造内容的流行和增加，我们也不应该太过吃惊。毕竟，我们人类喜欢分享和沟通。不过，令我们吃惊的是，我们的机器也喜欢彼此沟通。

M2M（机器对机器，指在信息需求的特定条件下，公司内部实现资产、机器、设备等相互间的数据交换以适应人力或公司管理系统对信息的需求的能力）通信指的就是，设备可以通过类似互联网这样的网络系统共享数据。Waze就使用了M2M，当智能手机上的Waze应用程序打开时，在没有人为干预的情况下，它会持续不断地向Waze的服务器发送信息。同样，当你在热门旅游搜索引擎Kayak查询打折机票时，Kayak的服务器立刻就会把你的需求发送给它们负责不同航班的同类服务器上，并且能够在不需要人工的情况下即时回复你的需求。ATM（自动取款机）会首先“询问”银行我们的账户中还有多少钱，然后才能让我们提取现金；冷藏货车里的数字温度计会持续不断地“通知”超市，车里的货品在运输过程中没有变得温度过高；每当有一个次品出现时，半导体工厂里的传感器就会“告诉”工厂生产总部；无数M2M通信系统则一直都在传输信息。《纽约时报》2012年7月的一份报道声称：“全世界无线网络上机器人聊天的综合水平和程度……很可能很快就会超过无线网络中人类之间所有的语音交流。”

---

1. 《城市词典》是一个英语俚语知识库，其中包含一些不文明用语，通俗地说就是脏话。“沃森”无法清晰辨认哪些是文明得体的用语，哪些是不文明的用语。当IBM研究人员克里科·布朗第一次对沃森说出诸如LOL（网络用语，意为“大声笑”）以及Cool Story（网络用语，意为“呵呵，真有意思”）之类的字眼时，其给出的回应比较正常，而当布

朗重复上面的词语时，沃森竟然跳出了“废话”的查询回应。因此，IBM的研究人员不得不清除沃森中的《城市词典》的内容，以避免沃森再次说脏话。——译者注

我们的计量系统将会用尽：数据大爆炸时代的来临

所有一切的数字化，包括文件、新闻、音乐、照片、视频、地图、个人数据、社交网络、信息需求以及对这些需求的反馈、各种传感器中的数据等，是最近一些年中最重要的现象之一。在我们深度进入第二次机器革命时代之后，数字化还将会持续地发酵、传播和加深，并产生令我们惊愕不已的数据。根据思科公司的说法，仅仅在2006年—2011年这5年的时间里，全世界互联网的流量就增长了12倍，达到了每月23.9艾字节（1艾字节=1152921504606846976字节）。

1艾字节是一个让人感到荒谬的大数字，它比20万个“沃森”的全部数据库还要多。然而，即使这样表述也不足以涵盖当前以及未来数字化的庞大体量。专注于技术研究的国际技术公司（IDC）估计，在2012年全世界共产生了2.7泽字节（泽字节是艾字节的1024倍），或者说是2.7乘以1000的7次方字节，这一数据比2011年增长了一倍。当然，这些数据并不是固定在磁盘驱动器上的，它还会一直变动。思科公司预计，到2016年，全世界IP协议数据流量将达到1.3泽字节，这个数据超过了2500亿张DVD的信息量。

正像这些数据所表明的，数字化产生了真正的大数据。事实上，如果这种增长能够保持足够长的时间，那么我们的数据计量系统也将会穷尽。在1991年召开的第19次国际计量大会上，数据计量单位又一次得到扩充，最大的单位变成了尧，也就是1000的8次方，或者是10^{24}。现在，我们离泽字节也只有一步之遥了。

第二次机器革命时代：大数据魔力再现

最近的数字化大爆炸给我们留下了深刻的印象，但这是否真的重要？所有这些艾字节和泽字节的数据真的有用吗？

事实是，它们的实用性难以置信。我们把数字化看作塑造第二次机器时代力量的重要原因之一是，数字化增加了我们对这个世界的了解。数字化可以让我们源源不断地接触到海量的数据，数据堪称科学的生机和命脉。这里所说的科学指的是，把理论和假设公式化、数字化，然后再对其进行评估、测算的工作。或者，非正式地说，科学就是猜测事物是如何运转的，然后再研究、核实这种猜测是否正确。

不久之前，埃里克猜测关于互联网搜索的数据可能就预示着美国房地产销售和价格的未来变化。他解释说，如果一对夫妻要搬到另一座城市，并且购买一处房产，他们是不可能在几天之内就完成整个搬迁和购买流程的。他们要提前数月就开始筹划，比如他们首先要在网上做一些调查研究，他们有可能会在搜索引擎中输入类似“凤凰城房地产中介”、“凤凰城地区”以及“凤凰城两居室房子价格”这类的字眼。

为了证实这一假设，埃里克咨询Google是否能从那里获得搜索词语。他被告知，他用不着询问，因为Google会把这些数据放在网上，供人们自由查阅。埃里克和他的博士生吴琳（音）——他们对房地产经济学一窍不通，通过利用使用者在Google上搜索的词语，创建了一个简单的数据模型进行分析。他们的模型把搜索词语的变化与随后的房产销售和价格的变化联系在一起，预测出了如果类似前面提到的那些搜索词语在今天增加了，那么凤凰城的房产销售和价格在未来的3个月内就会出现上涨。他们发现，这个简单的模型预测效果非常好，事

实上，它比美国房地产经纪人协会的预测专家们公布的预测结果还要准确23.6%。

研究人员在其他领域也使用最新获取的数字化数据取得了类似的成功。由哈佛医学院专家鲁米·查那拉（Rumi Chunara）带领的团队发现，在对2010年海地地震之后霍乱的传播跟踪时，Twitter（推特）网站140个字的短消息竟然和官方正式的报告一样准确，而在时间上要比官方报告至少提前两周。惠普社交媒体计算机实验室的研究人员西塔拉姆·阿瑟（Sitaram Asur）和伯纳多·休伯曼（Bernardo Huberman）发现Twitter短消息也可以被用来预测电影票房收入。他们总结认为："这充分表明社交媒体蕴含着大量群体的智慧，如果能够开发得当，对未来的结果有着极其强大和精确的预测判断力。"

数字化也能够帮助我们更好地理解过去。截至2012年3月，Google已经扫描了在过去几个世纪里出版的2000万册图书。这种海量的数字化单词和语句构成了被称为"文化组学"的基础（也可以这样说，"文化组学"是利用高产量的数据集合和分析来研究人类文化的发展和演变）。由让–巴普蒂斯特·米歇尔（Jean-Baptiste Michel）和埃雷兹·利伯曼·艾登（Erez Lieberman Aiden）带领的一个多学科团队分析了1800年之后以英语形式出版的500万册图书。他们发现，英语词汇的数量在1950年—2000年增加了70%还要多，这种增长速度给人们的印象是要比过去快得多，但相比而言消退得也更迅速，这也证明，在20世纪人类对进化演变的兴趣一直处于衰退状态，直到詹姆斯·沃森（James Watson）和弗朗西斯·克里克（Francis Crick）于1953年发现了DNA双螺旋结构。

所有这些例子都能说明，我们对这个世界的理解更深入了，预测也更准确了，或者说在数字化的世界里，我们的科学研究更加通畅无比了。哈尔·瓦里安——当今Google的首席经济学家，多年来一直因为对此现象的研究而大名鼎鼎。他对数字化的研究独具一格，我们最喜

欢引用他的一句话是：“我一直在说未来10年，这个世界最性感的劳动者就是统计学家，这绝对不是开玩笑。”当我们看到有如此海量的数字化数据被创造出来，并且思考我们将从中获得多少真知灼见时，我们可以非常确定地说，他说得没错。

不同层次的数字化“食谱”

数字化信息不仅仅是新科学的生机和命脉，还是塑造第二次机器革命时代的第二大动力（位于指数级增长之后）——因为它在推动创新中所发挥的作用极其重要。Waze就是这方面一个非常好的例子，它所提供的服务是建立在多个层面以及数代数字化基础之上的，由于数字化产品的非竞争性，它们是不可能衰退或者被用尽的。

第一层或者最早的那一层是数字化地图，它差不多跟个人计算机一样久远。第二层是GPS定位系统，它在2000年美国政府提高GPS定位准确性之后发挥的作用尤其明显。第三层是社交数据，Waze使用者可以彼此共享从交通事故到警察限速，再到降价加油站的几乎所有的交通信息，他们甚至可以使用Waze应用程序进行聊天。最后一层就是Waze广泛使用的传感器数据，事实上，它基本上能够把每一辆车都变成交通畅通度传感器，从而用这些数据计算出最快速的交通路线。

使用第一代和第二代数字化数据的车内导航系统——地图和GPS定位系统，还有可能会绕弯路——它们也许非常有用，尤其是在我们不熟悉路况的城市中驾驶，但正如我们看到的，它们也有很大的缺陷。Waze的开发者认识到，在数字化技术升级和推广之后，他们是能够解决传统的GPS导航系统存在的缺陷的。这些创新通过给传统导航系统增加社交和传感器数据，大大提升了其导航能力和实用性。正像我们将在下一章看到的，这种形式的创新是我们这个时代创新的标志之一。事实上，这种创新非常重要，可以称得上是塑造第二次机器革命时代的第三大动力。在下一章里，我们将解释这一切为什么会发生。

第5章 数字时代的创新：无穷无尽

“如果你想拥有出色的思想，那么你必须拥有很多思想。”

——莱纳斯·鲍林（Linus Pauling）

美国著名化学家，量子化学和结构生物学的先驱之一，两度获得诺贝尔奖

每个人都会认为，如果美国创新的速度下降，那么IT（信息技术）技术就是一个让人麻烦不断的新闻发源地。但对于这一切是否会发生，我们还是抱有很大疑惑的。

我们之所以如此关注创新，并不是因为我们喜欢新事物——虽然我们确实喜欢。正如小说家威廉·梅克比斯·萨克雷（William Makepeace Thackeray）所观察到的，“新奇事物展现出的魅力在我们的头脑中怎么也无法抹除”。一些人很难抵制新奇小玩意儿的诱惑，一些人会为最新流行风尚的魅力所折服，还有一些人对去过的一些地方流连忘返。以经济学家的角度来看，满足这些期望与梦想是很伟大的事情——因为它能照顾或满足消费者的消费需求。但创新还有一个最重要的影响力，就是它能使我们的社会变得更加富裕。

为什么创新就是一切

作为经济学家的代表人物，保罗·克鲁格曼（Paul Krugman）曾说过："生产率不是一切，但从长远来看，它几乎就是一切。"这是为什么呢？他解释说："因为一个国家在一定时间内提升其国民生活水平的能力，几乎取决于提升其人均产出的能力。"这也就是说，取决于生产每一件产品的劳动时长，从汽车到拉链。大多数国家都没有丰富的矿产或者石油储备，因此无法通过开采这些资源而获取财富。[注]这样的国家和社会如果想要变得富裕——有效地提升其国民的生活水平，唯一的方法就是让它们的公司和劳动者在保持同样投入的背景下，产出更多的数量，也就是说，要从同等数量的劳动者那里获取更多的产品和服务。

实际上，创新就是生产率提高的过程。经济学家们都喜欢彼此争论，但在他们中间也有一个很重要的共识，就是创新对于增长和繁荣发挥着根本性的作用。大多数业内人士都赞同伟大的经济学家约瑟夫·熊彼特（Joseph Schumpeter）的观点："在资本主义社会的经济历史中，创新是最显著的一个事实……而且在很大程度上，它也使我们能够首先想到其他社会发展的促进因素。"说到这里，共识就没有了。所谓"最显著的事实"，到现在为止程度如何，其发展趋势是向上还是向下，这些又成为经济学家们争论的焦点。

---

1. 在现实世界中，很多拥有丰富矿产资源和充裕商品的国家却经常会陷入"资源魔咒"的双重恐怖状态：较低的增长率和普遍的贫困。

为什么我们会担忧——创新将走向穷尽

经济学家罗伯特·戈登（Robert Gordon，即 Bob Gordon）是生产率和经济增长研究领域最富有思想、最值得尊敬的学者之一，他最近完成了一项对过去150年美国人生活水平变化的研究。这个研究结果表明，创新的速度正在减缓。

戈登和我们大多数人一样，都强调新技术在驱动经济增长中的作用，并且对蒸汽机和工业革命以及其他技术所带来的生产率提升印象深刻。根据戈登的说法，它是全球经济历史中真正意义上的大事件。正像他写到的，在1750年之前，或者说在工业革命开始之前，也就是“在过去的4个世纪，甚至是在过去1000年的时间里，都没有出现过明显的经济增长”。如我们在第1章所看到的，人口增长和社会发展的曲线几乎是平的，直到蒸汽机时代来临。毫无疑问，经济增长呈现的也是这种状况。

然而，正如戈登研究显示的，一旦经济增长开始了，在接下来200年的时间里，就出现了近乎垂直式的增长。这不仅得益于工业革命的发生，还得益于另一个因素的出现，即对科技创新的依赖。事实上，这个阶段有三种创新的手段：电力、内燃机和室内给排水系统，它们在1870年—1900年走上了历史的舞台。

第二次工业革命阶段的“伟大创造和发明”，根据戈登的研究，“是非常重要且影响深远的，它们在整整100年的时间里，都在发挥着自己的效能”。而一旦这种效能得以实现，一个新的问题就出现了：增长发生了停滞，甚至开始下降了。在蒸汽机无法提升效率的情况下，内燃机替代了它。但一旦内燃机把燃料用尽，我们就没有东西可以替代了。用戈登的话来说就是：

生产率的增长（每小时的产出）在1970年之后大幅下滑。虽然我们困惑不已，但这些伟大的创造和发明所带来的收益看起来好像仅仅会出现一次，它们所带来的效能可以分裂、扩散，却再也不会发生了……这种状况一直在持续，1970年后，第二轮的增长又开始了，比如发展短途支线航班、通过郊区环形公路扩展先前的美国州际高速公路网、把居民区的空调安装模式从窗式改造成中央式。

戈登并不是唯一持这种观点的专家。经济学家泰勒·考恩（Tyler Cowen）在2011年的《大萧条》（*The Great Stagnation*）一书中，对美国经济灾难的根源进行了阐述：

我们并没有真正理解经济失利的原因。实际上，所有问题都有一个单一的、很少被注意到的根源：在过去至少300年的时间里，我们一直依靠“采摘最容易采摘的果实”而生存……然而在过去40年的时间里，那种“容易采摘的果实已经被采摘完了”，而我们却在假设这些“果实还挂在那里”。我们没有意识到，现在我们正处在一个技术平台上，“果树上已经变得光秃秃的了”，而我们还以为“硕果累累”。

通用目的技术：真正重要的东西

显然，戈登和考恩看到了强大技术的创造能力对经济进步的核心影响力。事实上，在经济历史学家中有一个广泛的共识，即一些技术在促动经济进步的过程中会发挥重要作用。为了做到这一点，它们必须扩散到很多行业——如果不是最多，而绝不可能仅仅停留在一个领域。例如，在19世纪初期，轧棉机毫无疑问地在纺织产业部门非常重要，但在其他行业的重要性就很小了。(注)相比较而言，蒸汽机和电力则迅速扩散到世界各地。蒸汽机所带来的并不仅仅是大规模地提升了工厂的动能，或者让工厂从必须坐落在河流、溪水旁边以依靠水车提供动力的需求中解放出来，它更多的是通过铁路系统给陆上交通、通过蒸汽船给海上交通带来的革命性变化。电力则大大提升了制造业的生产能力，不仅可以支持功能强大的机器，还点亮了工厂、办公楼、仓库，并引领了进一步的创新——比如空调，它使闷热的工作场所变得凉爽舒适。

根据传统的理解思路，经济学家们把类似蒸汽机和电力这样的创新称为通用目的技术（General Purpose Technologies，缩写为GPTs）(注)。经济历史学家加文·赖特（Gavin Wright）为通用目的技术提供了一个简洁的定义："对经济体系的很多部门都有着潜在而重要影响的深刻的思想或技术。"这里的"影响"意味着由于劳动生产率的提高，产出能力得到了重大提升。通用目的技术之所以重要，是因为它们有重大的经济意义——能够打断并加速经济增长的正常进程。

除了赞同它们的重要意义，学者们对如何确认通用目的技术还达成了一个共识：它们必须具有普遍性，能够随着时间提升，而且还能催生大量的创新。在前面的章节中，我们使用了大量案例证明了数字

技术能够全部满足这三个需求。它们遵循摩尔定律的增长轨迹，在世界上的每个行业都能一展身手，还能够引领类似无人驾驶汽车和非人类参与的《危险边缘》智力竞赛。难道认为信息通信技术就像蒸汽机和电力一样，属于通用目的技术的只有我们吗？或者说仅仅是我们把信息通信技术当作通用目的技术？

绝对不是。大多数的经济历史学家都赞同信息通信技术能够满足上面的所有标准，因此也应该加入通用目的技术"俱乐部"。事实上，在这个由经济学家亚历山大·菲尔德（Alexander Field）编制的所有分类候选名单中，只有蒸汽机的票数超过了信息通信技术，和电力一起被看作符合通用目的技术标准的第二大普遍性技术。

如果我们完全同意以上的表述，那么对于信息通信技术能否引领一个创新和增长的黄金时代这个话题，为什么还有争论呢？实际上，在这一点上，人们争论更多的是经济收益。现在，最新的"创新"给我们带来了廉价的网上娱乐、工作和生活模式，根据罗伯特·戈登的说法：

第一代工业机器人是1961年由通用汽车公司引进的。传统的电话接线员在20世纪60年代就消失了……航空订票系统是20世纪70年代投入使用的，到1980年，条形码扫描器和自动提款机开始覆盖零售业和金融业……第一台个人计算机出现在20世纪80年代初，它能进行文字处理并自动换行，还能制作工作数据表格……而最近，我们更熟悉的是在1995年之后，网络和电子商务的迅猛发展——到2005年时，这一进程就基本完成了。

在当前，考恩说道："互联网所带来的利益非常真实，我要给这些利益唱赞歌，而不是去谴责它们……然而，所有的事实是这样的：正是因为互联网的存在，我们才获得了更多并且更'廉价'的乐趣。（但是）我们的盈利模式也出现了困境，我们无法偿还债务，不论是个

人、商业公司还是政府部门。”总起来说，21世纪的信息通信技术正在从经济利益的最佳实验场的位置跌落下来。

---

1. 一些人把轧棉机的发明同美国南方对奴隶劳工数量的增长需求联系起来，并说这导致了美国南北战争的发生，但事实上它在纺织行业之外，对经济的直接影响还是很小的。
2. 通用目的技术就是服务所有技术目的的技术。目前，国际社会正越来越多地用通用目的技术来表述对人类经济社会转型产生深远影响的技术。——译者注

为什么我们不会担忧——创新不会穷尽

当然，对于任何一位出色的科学家来说，数据都是任何假设的最终决定因素。那么，这里的数据说明了什么呢？生产率数据能够支持数字化力量的悲观性观点吗？我们将在第7章里探讨这些数字。在这里，我们首先提出一个关于创新是如何运转的不同观点——对于创新将走向穷尽思想的另一种看法。

戈登写道："由一系列不连续的创造和发明构成的创新进程，会带来技术领域的极大发展和提升——这种发展和提升最终会开拓、挖掘出原始创造和发明的所有潜力。这是一种非常有用的想法。"这种观点看起来非常明智。像蒸汽机或者计算机这类的发明创造出现之后，我们会不断地从中获取经济收益。这些收益在技术还不成熟、还没得到广泛使用时仅仅是涓涓细流，但当通用目的技术提升、扩散开来之后，收益就会变成滔滔洪流，然后随着技术提升，尤其是技术扩散的逐渐消亡，收益又回归到涓涓细流。当多种通用目的技术同时或者稳定地连续出现时，我们就可以在很长一段时间里维持较高的增长率。但如果在主要的创新之间有大的断裂带出现，那么经济增长将逐渐放缓。我们把这种创新称为果实类创新，以纪念泰勒·考恩所设想的所有挂得比较低的果实被采摘的情况。这种观点的实质是，我们提到的创新就像是生长的果实，而开发、拓展一种创新就像是一直吃掉采摘的果实。

另一种思想观点认为，创新所做的真正工作并不是发明什么大的和新鲜的事物，而是把已经存在的事物重组起来。而且我们对实现创造和发明的相关领域的知识和能力的主要进展了解得越深入，这种重组的观点就显得越有意义。下面这一位诺贝尔化学奖得主的创新，就很好地诠释了这一点。

凯利·穆利斯（Kary Mullis）因发现聚合酶链式反应（Polymerase Chain Reaction，缩写为PCR）技术而荣获了1993年的诺贝尔化学奖，这是一项现在普遍应用的扩增DNA技术。这个想法在他的脑海里出现，是一天晚上他在加利福尼亚州开车的时候——虽然他当时完全没在意。当发表获奖感言时，他说："有点莫名其妙，我觉得，这一定是一场幻觉……简直是太简单的事情了……我并没有独自且默默无闻地去思考和研究这个课题，我所做的每一步，都已经有人做过了。"穆利斯做的"所有"工作就是重组在生物化学领域众所周知的技术，然后生成一种新的技术。当然很显然的是，穆利斯的重组具有非常大的价值和意义。

思考了很多发明创造、创新、技术发展案例之后，复杂性科学的研究专家布赖恩·阿瑟（Brian Arthur）确信，类似发现聚合酶链式反应技术这类的发明创造故事是普遍而非极端的案例。正如他在他的书《技术的本质》（*The Nature of Technology*）中所总结的："创造某个东西，就是去之前存在这个东西的地方发现它。"经济学家保罗·罗默（Paul Romer）强烈地支持这种观点，即经济学里所谓的新经济增长理论——之所以叫这个名字，是为了能够与戈登的理论观点有所区别。罗默固有的乐观主义理论强调了重组式创新的重要性。正如他写道的：

只要人们能把资源调动起来，并且按一定的方式重新配置，使得这些资源价值更大，那么经济增长就会发生……每一代人都会察觉到增长的极限：如果没有新的……发展思想和理念，有限的资源、不合时宜的负面效应都会纷至沓来，给经济的发展施加魔咒。每一代人都会低估发现新的……发展思想和理念的潜力。我们始终都无法掌握，究竟有多少发展的思想和理念还没有被发现……但发展的可能性不仅仅遵从加法法则，还可能遵从乘法法则。

罗默把这一切归结为一种重要的思想和理念，即"元思想"：

可能在所有思想中，最重要的就是“元思想”——那种支持其他思想产生以及传播的思想……这里有……两个非常可信的预测。第一，在21世纪引领发展潮流的国家将会是能够实施创新，并且这种创新能够有效地支持私有部门新思想产生的国家。第二，上面提到的新的“元思想”将会被发现。

数字技术：最通用的通用目的技术

戈登和考恩都是世界一流的经济学家，却没有对数字技术提出预期和设想。实际上，根据罗默的提法，下一个伟大的“元思想”已经被发现了：它既存在于新的思想群体中，也存在于新一代的机器中，而网络化的数字技术设备——在它们之中运转的软件种类多得令人吃惊，为这一切提供了可能。信息通信技术中的通用目的技术从根本上产生了组合和重组思想的新思路。像语言、印刷、图书馆或者大学教育一样，全球的数字网络也培育了重组式创新的动能。我们不仅能够按照从来没有过的方式组合思想，还能对思想进行重组——不论是原有的还是现在的。让我们来看几个例子。

Google的无人驾驶技术给内燃机这项早期的通用目的技术提供了生机。当我们每天驾驶的汽车配置了一台快速运转的计算机和一系列传感器（在摩尔定律的作用下，所有这些传感器都廉价得很），以及一套大容量的地图和相应的街道信息（正是由于所有这一切的数字化，我们才能获取这些信息）之后，我们的无人驾驶汽车简直就像是从科幻小说里直接“开出来的”。而我们人类仍旧对驾驶进行着创新，像Waze就是一个重组了位置传感器、数据传输设备（一部手机）、GPS系统和社交网络的复合体。Waze的研发团队并没有研发这些技术，他们只是把这些技术以一种新的方式重组在一起。摩尔定律使得所有相关的设备变得足够廉价，而数字化又使得Waze系统使用的所有数据都非常容易获取。

实际上，网络本身就是早先的TCP/IP数据传输网络的一个非常直接的组合体。被称为HTML的标记描述性语言，就是详细描述文本、图片等如何排列，然后通过个人计算机被称为浏览器的简单应用程序

把结果显示出来的东西。所有这些东西都不是新的发明或创造，但它们的组合就是革命性的了。

Facebook（脸谱网）创建了网络基础设施，让用户在不掌握HTML的情况下就能对社交网络进行数字化处理，并且能够对媒体资源进行线上的分享。不论这是否真正属于技术性能的深刻重组，对用户都是极富吸引力的，而且还产生了巨大的经济效益——到2013年7月时，公司的市值已经超过了600亿美元。当照片共享成为Facebook最受欢迎的线上操作时，凯文·希斯特罗姆（Kevin Systrom）和迈克·克里格尔（Mike Krieger）决定创建一种智能手机应用程序，模仿网站照片的操作并设置一定的选项，然后通过滤镜改变一张照片的风格。当希斯特罗姆和克里格尔刚开始这个项目的时候，它看上去像是一个很微小的创新。然而，他们创建的这个名叫Instagram的应用程序，在2012年春季就吸引了3000万用户，使用者共上传了1亿多张照片。2012年4月，Facebook斥资约10亿美元收购了Instagram。

这种创造模式充分说明，数字创新就是一种纯粹的组合式创新，每一步的发展都会成为未来创新的一块“积木”。进步从来不会停止，只会不断地积累。数字世界从来不受任何界限的制约。它能扩展到物质世界，使汽车和飞机实现无人驾驶，让打印机分部件打印。摩尔定律使计算机装置和传感器的价格呈现指数级下降，从门把手到电子贺卡，越来越多的工具和小玩意儿装配上了这些廉价的装置和传感器。同时，数字化使几乎所有领域都能够获得海量的数据，并无限制地被复制和重复使用——因为它是非竞争性的。在摩尔定律和数字化的共同推动下，具有潜在价值的电子“积木”在全世界呈现出了爆发态势，各种组合、各种可能都在以前所未有的速度成倍增长。我们把这种创新称为全球性的积木式创新，阿瑟、罗默和我们均持有这种观点。从这种观点来看，和果实类创新不同的是，积木式创新并不是把“积木”吃掉或用尽，而是增加了未来重组式创新的机会。

重组式增长的限制

如果这种创新重组的观点是正确的，那么一个问题就可怕地出现了：当“积木”的数量爆炸式增长时，最主要的困难就变成了要知道哪些重组是有价值的。经济学家马丁·韦茨曼在其论文《重组式增长》（*Recombinant Growth*）中创造性地提出了一个新增长理论的数学模型。在这个模型中，一个经济体中的固定性因素——比如机器、工具、卡车、实验室等，都会随时间推移被他称为“种子思想”的块状化知识放大，而且随着之前的种子思想重组成新的思想，知识本身也会随着时间而增长。这是一种全球性的积木式创新，在这种创新模式中，块状化知识和种子思想都能够随时间进行组合和重组。

这种模型会产生一个非常吸引人的结果：因为重组的可能性爆炸得如此迅速，那么具有潜在价值的原有块状化知识的重组数目也将是惊人的。[注]在这种情况下，对经济增长的限制就变成了研究所有这些潜在的重组，以找到更具价值重组的能力。

正如韦茨曼写到的：

在这个世界上，经济领域的核心将逐渐变成如何把日渐增长的新种子思想加工和处理成可行性的创新，而且这种加工和处理的强度会越来越大……在发展的早期阶段，增长会受到潜在新思想数量的限制，但之后增长就只会受到加工、处理这些新思想能力的限制了。

戈登问过一个激进的问题：“增长终结了吗？”对此我们将代表韦茨曼、罗默和其他新增长理论主义者做出回应：“绝对没有。如果受阻，那是因为我们没有能力去处理和加工所有快速增长的新思想。”

---

1. 请记住，如果在这个经济体中只有52个种子思想，那么其潜在的组合方式简直要比我们整个太阳系中的原子还要多得多。

群体的力量如何达到专业的水平

如果我们的回应还算准确，还能抓住这个真实世界中创新和经济增长的一些本质，那么促进增长和进步最好的方法，就是提升我们测试对思想进行新的重组的能力。要做到这一点，有一个很好的办法，就是让更多的人加入到这个测试的过程中——现在的数字技术正在让这一切变得可能。我们被全球的信息通信技术连接在了一起，能够随意自如地使用高性能计算机和海量数据。总起来说，今天的数字环境就是一个大规模重组的实验场。开源软件运动的旗手埃里克·雷蒙德（Eric Raymond）有一个乐观的评论："若有足够的人手，所有的软件漏洞都会浅陋无比。"引申到创新领域，完全可以这样说："若有足够的人手，多么强大的创新组合也能被发现。"

美国航空航天局在尝试提高预测太阳表面太阳耀斑或者色球爆发的能力时，就有过这种经历。对航空航天局来讲，精确度和充分的预告是最重要的，太阳粒子活动（Solar Particle Events，简称为SPEs）能够给在太空中毫无防护的飞行器和航空员带来伤害性的辐射。尽管对太阳粒子活动拥有35年的研究数据，美国航空航天局也承认，它们"仍然没有可行的方法去预测太阳粒子活动的状况、强度和持续性"。

航空航天局最后把相关数据和关于对预测太阳粒子活动时所面临挑战的描述发布到创新中心网站InnoCentive(注)上——一家为科学问题而设立的在线"知识交换所"。创新中心不设资历、证书门槛，也就是说，即使你没有博士学位或者在实验室工作的经历，也可以浏览问题、下载数据或者上传解决方案。任何人都可以尝试着解决任何学科的问题，比如物理学家就可以去钻研生物学问题。

最终的结果是，提升太阳粒子活动预测准确度所需要的富有远见和专门技术的人才，并不是曾经在航空或航天领域耕耘过的人物。布鲁斯·克拉金（Bruce Cragin）——一位居住在新罕布什尔州一座小镇上的退休无线电频率工程师，却是它们需要的人才。克拉金说："虽然我没有研究过太阳物理学，但我对磁重联理论研究得比较透彻。"事实证明，磁重联理论正是做好这项预测工作的恰当理论。由于克拉金的研究方法，航空航天局对太阳粒子活动的预测在精准率提高85%的情况下提前了8个小时，在精准率提高75%的情况下提前了24个小时。他对理论和数据的重组，使他从美国航空航天局获得了35000万美元的奖励。

近些年，很多公司和组织都在采用美国航空航天局的技术策略，也就是说，把创新挑战和解决问题的机会向更多的群体开放。这种现象可以称为开放式创新或者"众包"——一种非常高效的创新思路。创新学者拉斯·波·杰普森（Lars Bo Jeppesen）和卡里姆·拉哈尼（Karim Lakhani）研究了166个创新中心网站上发布的科学问题，无一例外地来自公司或组织机构。他们发现聚集在创新中心网站上的群体力量能够解决这166个问题中的49个，成功率接近30%。他们也发现，那些与解决问题所需知识领域遥不可及的人们更有可能提交可行的解决方案。也就是说，解决方案的提交者更多是掌握"边缘"学科知识的人们——他们的教育、培训和经历是明显与问题不相关的。对此，杰普森和拉哈尼提供了生动的例子：

同样的科学挑战可以有不同的可行的解决方案，由一位航空物理学家、一位小型农业经营业主、一位贴剂医生和一位工业科学家提供的食用级高分子聚合物配注系统的解决方案虽然各不相同，但却都是可行的解决方案……所有成功提交的4套方案都实现了目标诉求，但使用的却是不同的科学原理……另一个案例来自一个研发实验室，这个实验室在咨询了行业内外的大量研究专家之后，仍旧无法了解从一个正在进行的研究项目中所观察到的一种独特病理的毒理学意义是什

么……最终，一位拥有蛋白质结晶学博士学位的科学家使用他研究领域中最普通的方法把这一问题解决了，没有使用毒理学问题的普遍解决方案，或者基于常规思维的惯常解决办法。

像创新中心网站一样，线上创业公司Kaggle也从全世界聚拢了一批无资历的人士，去解决各类公司和组织机构提交的难题。有别于应对科技方面的挑战，Kaggle公司专长于大数据分析，其目的是对公司或组织机构提交的初始性基线预测进行更准确的预测。和创新中心网站一样，Kaggle公司最终得到的结果也总是令人吃惊不已。其中之一是，Kaggle网站对基线预测准确率的提升非常显著。这里有一个例子，好事达保险公司提交了一组关于车辆性能的数据，然后让Kaggle网站的用户预测这些性能中的哪些性能会出现在以后的责任保险理赔申请书上。这场数据分析竞赛持续了大约3个月的时间，吸引了100多位参与者，而最终获胜的预测比保险公司基线预测的准确率提高了270%还要多。

另外一个非常有趣的事实是，Kaggle网站上大多数的参赛获胜者所从事的都是挑战问题领域之外的“边缘”性工作。比如有的参赛者虽然没有健康护理方面的经历，更没有关注过相关问题的传统解决方案，却能对医院的再入院率做出更精准的预测。在很多情况下，这些能力超群的数据“科学家”都能够凭借其独具特色的数据分析方式获得专门的技能。

2012年2月—9月，Kaggle主办了由休利特基金发起的两场学生论文的计算机评分竞赛。[注]Kaggle和休利特基金以及多位教育专家共同设置了竞赛流程。当它们设计整场竞赛时，很多人还是颇为担心的。第一场竞赛共有两轮。第一轮中，11家正规的教育测评公司将进行角逐；第二轮中，Kaggle的数据科学家以个人或团体的形式被邀请参与竞赛。教育专家们担心Kaggle的参与群体在第二轮竞赛中根本不会有竞争力，毕竟每一家参与竞赛的测评公司都从事过很长时间的自动评

分工作，它们有解决各类问题的大量资源。它们有数百人年[注]的经验积累，而对于Kaggle的新手们来说，这些都是不可逾越的鸿沟。

但他们根本用不着担心。在这场论文评分竞赛中，很多参与竞赛的新手都完胜了测评公司。当Kaggle调查竞赛的最佳表现者的背景资料时，让人吃惊的事又出现了。在这两场竞赛中，表现最佳的三位参赛者都没有过任何论文评分或者自然语言处理工作的经验。而且在第二场竞赛中，表现最佳的三位参赛者除了接受过由斯坦福大学人工智能团队提供的免费在线课程学习（只要愿意，世界上的任何人都可以学习这个课程）之外，没有接受过任何正式的人工智能培训。对于世界上任何人都可以做的事情，他们只不过掌握得更多。这三位表现最佳的参赛者分别来自美国、斯洛文尼亚和新加坡。

Quirky公司（另一家互联网创业公司），也通过互联网招募人员参与韦茨曼重组式创新的两个阶段——首先是产生新的思想，然后进行筛选。Quirky公司做这些，完全依赖庞大群体的力量——不仅要提出创新的思想，还要进行筛选，并为富有开发潜力的创新思想打下市场根基。Quirky公司从它的网络群体中挖掘开发新产品的创新思想，它不仅依靠群体对提出的创新思想、研发出的产品进行投票测评，还依靠群体对创新思想和产品提出改进建议，以及权衡如何对开发的产品命名、如何进行品牌推广、如何驱动销售等。Quirky公司对产品的开发、设计、生产和销售有着最终的决定权。公司获得整家网站收入的70%，而把其余的30%分配给参与创新思想和产品开发的所有群体成员。在这30%的收入中，最先提出创新思想的成员能够获得42%的份额，在产品销售价格方面有所助益的成员分享10%的份额，而那些在产品命名方面贡献想法的成员则分享5%。到2012年秋，Quirky公司已经筹集了9000万美元的风险投资资金，并与包括Target和Bed Bath&Beyond的几大主要零售商签订了产品购销协议。它最成功的产品之一，是一种名叫Pivot Power的可改变形状的插线板，这种插线板

在不到两年的时间里就销售了37.3万个，从而为它的开发群体赢得了40万美元的收益。

Affinnova公司也是一家支持重组式创新的创业公司，它针对韦茨曼重组式创新的第二个阶段，给它的客户提供帮助：从可能性比较大的“积木”组合中筛选最有价值的组合。它通过堪与诺贝尔奖媲美的运算法则，进行智慧的组合。当嘉士伯啤酒厂想要改进世界上最古老的（一直还在生产的）比利时金博根啤酒的包装瓶和商标时，它知道这件事必须小心翼翼地操作。公司一方面要改进产品的品牌，另一方面又不能牺牲之前品牌的崇高声誉或者损毁其900年的历史积淀。嘉士伯啤酒厂知道，重新设计意味着首先要对产品的包装样式设计出众多的可能性选择——包装瓶的形状和浮雕装饰、标签颜色和粘贴位置、瓶盖的设计等，然后才能最终确定哪些是最合适的创新组合。合适的创新组合要从数千种可能性中被筛选出来，但很显然在开始的时候并不容易做到。

解决这个问题的标准方法是，让设计团队设计出他们认为最好的几项设计组合，然后分组或使用其他小规模的讨论方法，以最终确定哪一项设计是最佳的。而Affinnova公司却提供了一种非常不同的方法。它使用了极其出色的数学选择模式——经济学家丹尼尔·麦克法登（Daniel McFadden）正是因为对这种模式的发现与研究而荣获了诺贝尔奖，通过不断地向参与者发送各种选项以调查和询问哪一选项是他们最喜欢的。这种选择模式会很快辨识出人们的选择性偏好——是喜欢贴有小标签的、有浮雕装饰的褐色包装瓶，还是喜欢贴有大标签的、没有浮雕装饰的绿色包装瓶？对金博根啤酒来说，从重组式创新模式获得的对包装样式的认可度，要比之前包装瓶得到的认可度高出3.5倍。

当我们认可新增长理论家的观点，并把这些观点同Waze公司、创新中心、Kaggle公司、Quirky公司、Affinnova公司以及很多其他创新

公司联系起来的时候，我们对当前和未来的创新感到非常乐观。这些数字发展并没有仅仅局限在高科技部门——它们不但使计算机和网络系统的性能更好、运转得更快，也正在帮助我们更舒适地驾驶汽车（甚至很快就有可能根本不需要我们亲自驾驶）、更准确地预测太阳耀斑的发生、更好地解决食品科学和毒物学方面的问题，以及为我们提供更好用的插线板和更有吸引力的啤酒瓶。这些不计其数的创新形式将会一直源源不断地出现。和我们一些同事的观点不同，我们相信未来的创新和生产率将会以非常健康的速度持续地增长。大量的创新“积木”将会不断出现，并且以越来越出色的方式重组在一起。

---

1. 该创新中心是一家位于美国麻省理工学院的开放式创新研究公司。研究领域包括数学、物理、化学、生命科学、工程、计算机科学等。——译者注

2. 在这一领域，对论文评分系统的提升是很重要的，因为论文对学生学习的促进作用要远远高于多项选择题。但如果只是由人工评分，成本又是高昂的。论文的自动评分系统既能提高教育的质量，也能相应降低部分成本。

3. 人年（person-years），一个人一年的情况，一人观察一年为一人年。一般用于统计表述。以科研为例，一个人工作三年为三人年，三个人工作一年也是三人年。——译者注

第6章 人工智能：当第二次机器革命时代来临

“我一直在思考那些让人惊叹的电子仪器……有了它们，我们的计算和综合思维能力增强了，工作和研究的发展速度成倍增长，对这些进步……即使用叹为观止来形容也毫不为过。”

——德日进（Pierre Teilhard de Chardin，本名皮埃尔·泰亚尔·德·夏尔丹）

法国哲学家、神学家、古生物学家、

中国旧石器时代考古学的开拓者和奠基人之一

在前面5个章节里，我们列举了第二次机器革命时代的一些显著特征：计算机大部分领域持续的指数级增长、数字化信息的爆炸式增长和重组式创新。这三种力量所带来的突破，正在把科幻小说变成我们每天的现实，其影响力甚至超越了我们近来的预测和理论。而在可预见的未来，这一切没有终点。

我们在过去5年看到的，以及前面章节所描述的进步——无人驾驶汽车、多用途类人机器人、语言识别和分析系统、3D打印机、《危险边缘》中的超级计算机，并不是计算机时代最高的成就。它们只相当于“热身运动”。当我们进入第二次机器革命时代，会看到越来越多的此类奇迹，它们会变得越来越让人惊奇和赞叹。

我们为何如此确定？因为第二次机器革命时代指数级增长的、数字的和重组的力量使得我们人类越来越有可能创造历史上最重要的两

个一次性的大事件：真正多用途的人工智能的出现，以及这个星球上大多数人可以通过共同的数字网络沟通互联。

这些进步中的任何一个，都无法从根本上改变我们的发展前景。但当它们结合在一起，就会比工业革命以来的任何推动力都要强大。它们将永久地改变这个物质世界的运转方式。

会思考的机器，现在就有

相对来说，能够认知的机器要比仅仅能够完成任务操作的机器更加重要。由于拥有了现代人工智能，我们的数字化机器已经摆脱了发展的制约，开始在模式识别、复杂沟通以及其他极其人性化的领域展现出广阔的发展空间。

我们最近也看到了在自然语言处理领域、机器学习（计算机自动改善算法并通过获得更多数据提升其性能的能力）、机器视觉、同步定位与建图，以及应对这些领域根本性挑战的方面，所取得的巨大进步。

我们将看到越来越多的人工智能出现。当这一切发生时，人工智能的成本会大幅下降，而性能却不断提升，我们的生活也会变得越来越美好。很快，不计其数的人工智能模块将出现在我们工作的台前幕后，在很多方面改变我们的生活。我们可以用人工智能处理日常琐碎事务，比如从照片库中辨识我们朋友的面孔、推荐我们心仪的产品；也可以用它处理关乎我们工作与生活质量的重要事务，比如在公路上无人驾驶汽车、指导机器人在货仓里搬运货品，以及更恰当地匹配求职者和工作岗位。但这些巨大的进步和人工智能未来的发展潜力相比，还差得很远。

拿最近的一个例子来说，OrCam（以色列的一家创业公司）公司组合创新出一种体积很小但功能却非常强大的计算机。这种计算机由数字传感器和出色的运算系统组成，它能够在很大程度上给那些视力受损的人群（这类人仅仅在美国，数量就超过了2000万）提供帮助。举一个真实的例子，有一位在2013年开始使用OrCam视觉设备的使用者，把一副很小的摄像头和扬声器夹在眼镜上——这套设备是通过头

骨传导声波的，如果她用手指指向文字内容（比如一块广告牌、一袋包装食品或者一篇报纸上的文章），计算机就会立刻解析出摄像头传送的画面，然后通过扬声器向她读出文字内容。

在悠久的历史中，阅读大小不一、形态各异以及载体形式千差万别的原始文字一直是人类的强项——这一技能甚至超越了技术最高超的计算机硬件和软件。然而，随着OrCam视觉设备和一些类似创新的出现，这种情况已经发生了改变。技术又一次走在了人类的前面，它将帮助数以百万计的人们获得更完美的生活。OrCam视觉设备的成本价格仅有2500美元——相当于一套高档听力辅助设备的价格，而且将来它还会更便宜。

数字技术也能够通过耳蜗移植帮助聋哑人恢复听力，未来还有可能彻底恢复盲人的视觉系统——美国食品药品管理局最近批准了第一代的视网膜移植手术。人工智能甚至可以帮助四肢瘫痪之人通过想法控制轮椅。但客观地说，这些技术的进步还没有达到堪称“技术奇迹”的程度——毕竟这些技术还处于“婴儿期”。

人工智能不仅能够提升我们的生活质量，也能够拯救我们的生命。例如，在《危险边缘》中取胜之后，“沃森”就开始了在医学院的“研究之路”。更准确一点说，IBM正在申请研发和《危险边缘》中的超级计算机相似的创新项目，在这个项目中，“沃森”能够帮助医生更好地诊断病人的疾病，并能正确地回答医生的疑难问题。当然，有别于卷帙浩繁的普通学科知识，“沃森”将被培训以掌握世界顶级医学出版物上的医学信息和资料，然后凭借这些信息和资料去匹配病人的症状、用药史和诊断结果，最后形成一套完整的诊断和治疗方案。由于“沃森”能够掌握现代医学的海量信息，所以这一技术进步的意义也非常重大。据IBM估计，如果想与相关的医学信息和资料保持同步，一位人类医生每周需要花费160个小时阅读这些信息和资料。

现在，IBM和它的合作伙伴——包括纪念斯隆–凯特琳癌症中心和克利夫兰医疗中心，正在合作研发“沃森”医生。参与这一研发项目的组织极其谨慎地声称，人工智能技术将被用于提高医生的临床诊断技能和经验，而并不是替代他们。然而，如果未来的某一天，“沃森”医生成为了全世界最出色的诊断医生，也并不是一件不可能的事情。

我们已经看到人工智能辅助诊断系统在一些医疗领域使用了。一个由病理学家安德鲁·贝克（Andrew Beck）引领的团队开发了C–Path（Computational Pathologist）系统，用于自动诊断乳腺癌并通过检查乳腺组织成像预测生存率——就像人类病理学家所做的那样。自从20世纪20年代，人类医生就开始接受辨识癌细胞细微特征的培训。相比较来说，C–Path团队能够使用软件，以一种全新的眼光检查组织成像——在没有对与癌症严重性或病人的相关症状特征设定任何预编程序的情况下。实践证明，这个软件不仅和人类医生诊断得一样准确，还能够辨识出最终会转为良性的乳腺癌组织的三个特征。但是，病理学家们却没有接受过这方面的培训。

人工智能的发展也可能会带来一些麻烦，我们会在最后一章进行讨论。但从根本上来看，会思考的机器肯定是一种社会进步的力量。

无数的创新者很快就要到来

除了人工智能强大的性能和实用性之外，另一个可以加速第二次机器革命时代到来的大事件是，这个星球上人与人之间的数字化互联互通。要想让这个世界变得更加美好，要想改善人类的生存状况，没有什么资源能比得上这个世界上所有人类的力量——要知道，我们可有71亿人口，出色的思想和创新一定能够解决我们面临的挑战，提升我们的生活质量，让我们能够更轻松自如地生活在这个星球上，而且帮助我们彼此互助友爱。一个千真万确的事实是，除了气候变化之外，过去所有环境的、社会的以及个人的健康指数都出现了提升——尽管整个世界的人口数量一直都在增长。

这种提升并不是一种幸运的巧合，它是有一定因果关系的。正是因为人口增长，才会有更多能够提升我们所有人生活和工作状态的好的创新思想，很多事情也才能变得更好。经济学家朱里安·西蒙（Julian Simon）是最早做出这种乐观评述的专家之一，他在其职业生涯中不断地提出并重复这种理论。他写道："从经济意义上来看，你的思想甚至要比你的嘴巴或手更重要。长期来看，人口规模及其增长最重要的经济影响是，额外增加的人口对我们所积累的实用知识的贡献。这种贡献从长远来看非常巨大，足以抵销人口增长带来的所有成本。"

事实上，理论和数据都在支持西蒙的观点。重组式创新理论强调，有更大的群体去研究并应对各种挑战、有更多富有智慧的头脑去思考如何使用已有的"积木"搭建能够满足他们需求的创新模式，都是非常重要的。这种理论同时也强调，人的因素在过滤、筛选以及提升创新思想的过程中，也发挥着极其重要的作用。所有的数据，包括从空气质量到商品的价格，再到暴力事件的危害程度，都表明我们生活

的这个世界一直在进步。也就是说，这些数据显示出，人类拥有超强的能力来应对所面临的挑战。

但如果要吹毛求疵的话，西蒙有一个观点是我们不赞同的。他写道："加快这个世界发展进程的主要源动力是我们知识的积累，而阻碍的力量则是我们缺乏想象力。"我们赞同西蒙的源动力之说，却对他所说的阻碍的力量持有异议。我们认为，最近表现出来的对这个世界的发展与进步最主要的阻碍力量，是相当大的一部分人没有找到进入这个世界知识积累殿堂的钥匙，或者无法给这个世界带来任何知识方面的增长。

在工业化发达的西方世界，人们已经习惯认为，那些在西方国家可以随意使用的图书馆、电话和计算机等设施，对很多发展中国家的人们来说，还都是无法想象的奢侈品。但现在情况发生了改变。例如，在2000年，全球有7亿手机注册用户，发展中国家所占的比例不到30%。但到了2012年，手机注册用户已经超过了60亿，而超过75%的用户在发展中国家。世界银行估计，全球已有3/4的人口拥有手机。在一些国家，手机的使用甚至比电力或自来水更加普遍。

在发展中国家售卖的第一代手机的功能非常简单，差不多就是语音通话和收发短信，然而即使是这么简单的通信设备，意义也是很大的。1997年—2001年，经济学家罗伯特·詹森（Robert Jensen）对印度喀拉拉邦以渔业为主的海边渔村进行了研究。詹森把渔民使用手机之前和之后的数据进行了对比和分析，结果令人吃惊。渔民在使用手机之后，鱼产品的价格很快就稳定了下来。即使这些价格平均起来是下降的，但由于渔民在把鱼产品运送到市场上出售之前，能够提前获得市场当天的供应状况信息，避免了盲目运送。所以说，渔民的收入实际上还是在增长的。而且在这种情况下，买卖双方都能从中受益，詹森则把这一切归结为手机带来的重大影响。

现在，即使在发展中国家出售的最普通的手机，也要比十多年以前印度喀拉拉邦的渔民使用的手机功能更强大。2012年，在全球所有出售的手机中，大约有70%属于非智能手机（即功能手机）——功能要比富裕阶层使用的苹果iPhone和三星Galaxy这类的智能手机少得多，但仍可以拍照（通常也能录像）、浏览网页，也能操作一些简单的应用程序。而且这些廉价的移动设备的性能一直在提升。致力于对技术进行研究的国际数据公司预测，智能手机的销量将很快超过非智能手机，预计到2017年，全球智能手机的销量将占到所有手机销量的2/3。

伴随这种转变而来的，是手机和整个网络系统性能的大幅提升和成本的下降，而且这还会带来一个重要的后果：它将会带动数十亿人成为潜在知识的创造者、问题的解决者和创新者。

今天，在世界任何地方使用智能手机或平板电脑的人们都可以方便、快捷地共享资源、交流信息——就像我们坐在麻省理工学院的办公室里一样。他们能够搜索网页，浏览维基百科，能够在线学习一流学术专家传授的远程教育课程，也能够在博客、Facebook、Twitter以及其他一些在线服务网站上共享他们的思想与创见——绝大多数情况下是免费的。他们甚至可以使用亚马逊网络服务和开源应用程序R（R是一套完整的数据处理、计算和制图软件系统）来执行复杂的数据分析任务。简而言之，他们在创新和知识创造的过程中有充分的空间施展自己的才能，借用欧特克软件公司首席执行官卡尔·巴斯（Carl Bass）的话说就是："无穷大的数据处理和运算让一切皆有可能。"

虽然直到最近，便捷的通信沟通、信息获取和知识共享（尤其是长距离的）有时还仅限于少数精英阶层，但在民主化进程和平等主义社会发展趋势的影响之下，所有这一切变得越来越畅通无阻了。著名记者A.J.利布林（A.J.Liebling）曾说过："媒体的自由是对媒体的主人而言的。"现在也可以毫不夸张地说，在不远的将来，数十亿人也会成

为计算机的主人，各种方便浏览、查阅和使用的信息资源将尽在指尖触及之处。

我们中的很多人都会相信，重组式创新将会大幅推进人类的发展进程。当然，我们不能准确地预测未来将会产生哪些新的创见、产品和解决方案，但我们可以充满信心地说，未来将会是极其鼓舞人心的。第二次机器革命时代的特征将是，数不胜数的智慧机器和数十亿互联互通的智慧大脑结合在一起，帮助我们了解和提升这个世界——它将彻底颠覆我们之前的世界。

第7章 看得见的红利：生产率是如何增长的

“大多数的经济谬误都源于一个认为这个世界总会存在一种美好东西的倾向——一部分人肯定能以与另一部分人相同的代价获得这种东西。”

——米尔顿·弗里德曼（Milton Friedman）

美国当代著名经济学家、货币学派的代表人物

每一天，政府机构、思想智库、非政府组织和学术研究人员都会得出或发布任何人都读不完（更不用说吸收了）的数据。在电视中，在连篇累牍的商业出版物中，在博客世界里，都是清一色的对利率、失业率、股票价格、赤字和其他数不胜数的指标的数据分析、讨论与未来趋势的预测。但聚焦并思考一下过去一个世纪的发展趋势，有一个极其突出的事实：在包括美国的世界范围内，我们的生活水平已经出现了巨大的提升。在美国，从19世纪初期开始，人均GDP的增长速度平均达到了每年1.9%。若使用“70法则”（一种价值增加两倍的时间大体上等于70除以它的增长率）[注]，我们看到大体上，每36年生活水平就会提高一倍——差不多相当于在人的一生中，生活水平会出现4倍的提高。

这种增长是非常重要的，因为经济的增长能够帮助解决大量的其他发展挑战。如果美国的GDP每年的增长速度比现在预期的增长速度提高1%，那么到2033年，美国人的财富将增加5万亿美元。如果GDP的增长速度比现在只快0.5%，那么美国的预算问题将在不改变政策的

情况下得以解决。当然，过慢的增长将会使弥补财政赤字变得更加困难，更不用说要在新项目的开发上增加政府支出或者实施减税政策。

---

1. “70法则”（或者更精确地说是“69.3%法则”）所基于的是以下数学等式：$(1+x)^y=2$，在这里x是增长比率，而y是年数。两边同时取自然对数得出yIn（1+x）=In2［y乘以（1+x）的自然对数等于2的自然对数］。2的自然对数是0.693，而当x的数值较小时，In（1+x）近似等于x，因此，这个等式可以简化为：xy=70%。

生产率增长

那究竟是什么因素驱动了人均GDP的增长？这个增长部分来自更多资源的投入和使用，但大部分来源于固定水平的投入能够带来更多产出的能力的增长——也就是说是生产率的提高。在大部分情况下，这一术语也可以被看作劳动生产率，即一小时工作时间的产出（或者是每一个劳动者的产出）。注反过来说，生产率的提高来源于科技创新和技术成果。

当然，简单地增加工作时间是无法让生产率提高的。事实上，美国人曾经每周经常工作50~60个小时，甚至70个小时。然而，虽然现在有些人还是工作那么长时间，但平均每周的工作时间已经大幅缩短了（约每周工作35个小时），不过他们的生活水平却更高了。罗伯特·索洛（Robert Solow）因对于劳动力和资本投入并不能解释经济全部产出的大部分增长的研究，荣获了诺贝尔经济学奖。注事实上，现在普通的美国人每周工作11个小时就能达到1950年每周工作40个小时的产出量。这一提升的速度与欧洲和日本的劳动者相当，甚至超过了一些发展中国家。注

生产率提高的速度在20世纪中期是非常快的，具体时间是在20世纪40~60年代，也就是在以电力和内燃机为特征的第一次机器革命时代。然而，在1973年，生产率却下降了（如图7–1所示）。

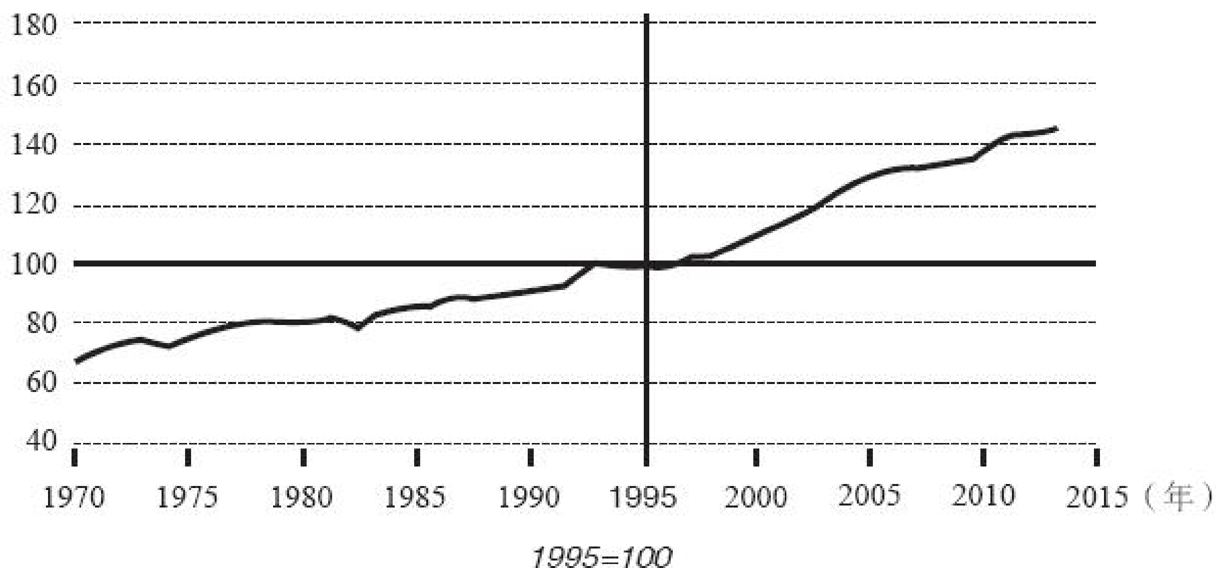


图7–1 劳动生产率

1987年，罗伯特·索洛本人也注意到了这种下降——它好像与计算机革命的早期阶段重合。他最为人熟知的评论是："我们看到计算机时代来临了，却没有看到生产率数字的增长。"1993年，埃里克发表了一篇评论生产率悖论的文章。在这篇文章里，他指出那时的计算机产业仅占到经济份额的一部分，只有到了像IT这类的通用目的技术真正发挥影响力之前，大规模的填补式创新才会有需求的土壤。之后，他又对一些个体公司的IT应用和与生产率相关的数据进行了更详细的研究。研究结果表明，它们之间有很大的相关性：IT的"铁杆"使用者要比他们的竞争对手拥有更高的工作和生产效率。到20世纪90年代中期，这种效率的提升愈发明显，足以覆盖整个美国经济，从而带来了一场普遍的生产率增长大爆发。虽然这次提升的原因是多方面的，但现在经济学家们仍把最主要的因素归结为IT的力量。

20世纪70年代生产率的下降，以及随后20年中的增长加速都有一个非常有趣的前车之鉴。在19世纪90年代末期，电力被引入了美国工厂。但那个时代的生产率悖论是，劳动生产率的增长不会超过20年。虽然所涉及的技术因素不同，但很多根本性的增长动力还是非常相似的。

芝加哥大学的经济学家查德·西维尔森（Chad Syverson）详细考察了重要的生产率提高数据，发现这种相似性达到了令人吃惊的程度。正像图7–2显示的，电气时代生产率提高的缓慢开始以及随后的加速，与20世纪90年代的提高达到了高度吻合。理解这一提高模式的关键是，要意识到正像在第5章所讨论到的，通用目的技术一直需要填补。生产率提高的初期阶段所花费的时间可能是数年甚至数十年，因此，在技术的开始阶段到生产率大规模提高阶段之间会有一段延迟期。我们在电气化时代和计算机时代都清晰地看到了这种发展趋势。

可能最重要的填补式创新是商业生产模式和组织架构的变革——这种变革使新技术的出现成为可能。斯坦福大学和牛津大学的经济历史学家保罗·戴维（Paul David）对美国工厂开始电气化时的历史记录进行了研究分析，他发现这些工厂的生产架构、人员配备与以蒸汽机为动力的那个时代非常相似。比如，在一家由蒸汽机驱动的工厂里，动力的传输是通过一个很大的中心轮轴，依次驱动一系列的滑轮、齿轮和较小的曲轴。但如果这个轮轴太长，在机械运转的过程中就会被扭断，因此机器需要放置在靠近主体动力源的地方——也就是说，那些需要最大动力的机器需要放置在最接近动力源的地方。把这三个因素都考虑进去之后，工厂工程师就要把车间里的机器设备放置在中央蒸汽机的上面和下面——为的是让它们之间的距离最小。

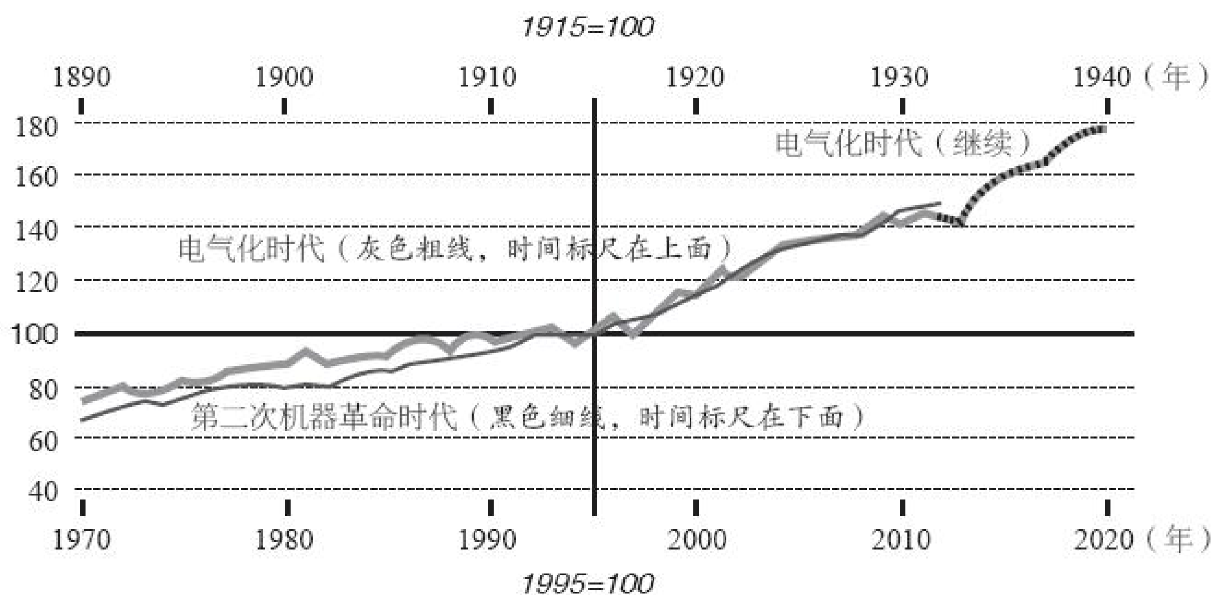


图7–2 两个时代的劳动生产率

多年之后，当“神圣的”通用目的技术——电力代替蒸汽机之后，工程师们只需要简单地把他们能发现的最大电动机购置来，然后再把它们安放在原来蒸汽机的位置上就可以了。当新的工厂创建时，它们也遵循同样的安放模式。可能不会让人吃惊的是，记录显示，电动机并没有给这些工厂的生产效率带来多么大的提升——它们带来的可能只是更少的烟尘和噪声。最终，生产率的提高和工厂的预算出现了明显的不匹配。

只有30年之后——时间足够长到原先的那些工厂经理退休且被新一代的经理替代之后，工厂的生产架构才得以改变。新式的工厂看上去更像是我们今天所看到的：单层的工厂车间矗立在面积达一英亩（1英亩≈4046.86平方米）或几英亩的地块上。在这些工厂里，单一的大型蒸汽机消失了，取而代之的是每一台设备都有自己小型的电动机。需要最大动力的机器也不用安放在离动力源最近的地方了，整座工厂的生产架构所基于的是简单而强大的新规则：所有的生产要素都能以最自然的方式进行流转。

生产率并不仅仅按照组装生产线的步调缓慢地提升，它有时呈现双倍甚至是三倍的增长。而且，在20世纪随后的时间里，更多的填补式创新，从精益生产、小型钢铁厂到全面质量控制和六西格玛管理规则，都在持续不断地提升制造业的生产率。

正如早期的通用目的技术一样，一定意义上的组织创新对于更好地吸收第二次机器革命时代的技术成果具有重要的作用。举一个很明显的例子，蒂姆·伯纳斯–李（Tim Berners-Lee）在1989年发明了万维网，起初受益的只是一小群粒子物理学家。但部分由于数字化和网络技术带来的动力加速了创新思想的散播，填补式创新的速度要比第一次机器革命时代更快。在互联网出现不到10年的时间里，企业家们就已经找到使用互联网进行推广和销售的途径了。

然而，一般人看不到的是，规模更大的公司的IT系统——在20世纪90年代开始投入使用，对生产率提高发挥了更大的作用。这一切之所以能发生，是因为商业运转方式经历了一轮再设计。例如，沃尔玛通过与供应商共享零售终端数据，驱动了零售行业效率的大幅增长。实际上，关键的一点是，沃尔玛对整个商业运转方式进行了填补式创新，比如说沃尔玛的供应商库存管理、交叉配货（Cross-docking，又称直接换转、越库配送。进货时直接装车出货，没有入库储存与分拣作业，从而降低了成本，加速了流通）和有效客户响应系统，都已经成为一些著名商学院的研究案例。在创新模式的带动之下，沃尔玛的销售不仅从1993年每周增加10亿美元扩展到2001年的每36个小时增加10亿美元，而且还帮助促动了整个零售和流通行业的发展，甚至在那段时期，沃尔玛销售的增长为全美国生产率的提高都贡献了很大的份额。

在1995年之后的5年时间里，很多公司为了更好地利用互联网、扩大运营规模并避开传得沸沸扬扬的“千年虫”而升级了它们的公司运营系统，信息技术投资也因此在20世纪90年代呈现出飞跃式发展。与此

同时，半导体行业的创新也获得了巨大飞跃，加上公司在信息技术上投资的飞速增长，计算机性能也因此得以迅速增强。在计算机生产率悖论普遍化10年之后，哈佛大学的教授戴尔·乔根森（Dale Jorgenson）与纽约联邦储备银行的经济学家凯文·斯提洛（Kevin Stiroh）做了一项认真的研究并总结得出："2000年很大一部分的增长可以被追溯到创造信息技术的部门以及最大化使用信息技术设备和软件的经济部门，这种观点已经成为一种共识。"但这不仅仅是因为计算机生产行业的业绩骄人。凯文·斯提洛发现，在整个20世纪90年代，大量应用信息技术的行业生产效率普遍较高。根据戴尔·乔根森和他的两位合作者认真的研究，这种现象在最近一些年里甚至更加明显。他们发现在20世纪90年代和21世纪的前10年之间使用信息技术的行业之中，全要素生产率提高的幅度更大，而那些没有大量使用信息技术的经济部门却有小幅下降。

重要的一点是，计算机和生产率之间的关联性不仅仅体现在工业产业层面，也发生在个体公司层面。埃里克与宾夕法尼亚大学沃顿商学院的洛林·希特（Lorin Hitt）对此进行了研究。埃里克发现，更大规模应用信息技术的公司的生产率水平更高，其生产率的提高也比行业内的其他竞争对手更快。

21世纪的前5年，我们看到了新一轮的创新和投资浪潮袭来，但这一次浪潮对计算机硬件的关注比较少，而更多地集中在一系列多样化的应用程序和流程创新方面。正像安迪在一个为哈佛商学院所做的案例研究中所描述的，CVS（Consumer Value Stores，是一家知名的美国连锁药店）发现，它们的处方药品订购流程是顾客不满意的一个地方，因此它们重新设计并简化了订购流程。通过把订购流程嵌入公司软件系统，它们能够在超过4000家的连锁药店里复制药品订购流程，从而大大提升了顾客的满意度和公司的赢利水平。事实上，CVS是完全符合商业运转规则的。在一项埃里克和洛林·希特对600多家公司所做的数据分析中，埃里克发现，在公司对计算机化创新项目进行投资

之后，要想看到生产效率的全面提升，平均要花费5~7年的时间。这反映出，在对公司的计算机化进行填补式投资时，如果想要获得成功，需要一定时间和努力的付出。事实上，在计算机硬件上的每一美元投资，公司都需要在软件、培训和商业流程重新设计方面投入9美元。

这类组织变革对行业产业层面的生产率数据的影响，会日渐明显。20世纪90年代，计算机生产行业生产率的飞速提高最为明显，但21世纪初期，所有产业领域的生产率提高甚至更快——当此前飞速提高的红利扩散到更多、更宽泛的行业之后。就像早期的通用目的技术一样，计算机的力量完全具备影响和它们本行业遥不可及的行业的能力。

总体上，在2000年之后的10年里，美国生产率的提高甚至超越了高速增长的20世纪90年代，当然也超过了20世纪70年代或80年代的速度。

今天美国的劳动者要比以往任何时期的生产效率都要高，但认真看最近的一些数字，你会发现有一些细微的差别。在2000年之后的5年里，生产率的提高是比较明显的。但2005年之后，生产率的提高就没有那么强劲了。正像我们在第5章描述的，这在经济学家、记者和博客作者群体中引发了新一轮的对增长终结的担忧。实际上，悲观主义者是不会相信我们的观点的。但要知道，电力使用之后生产率的下降并没有意味着增长的终结，20世纪70年代生产率的下降也没有预示着这种终结。

最近生产率的减速，部分原因来自经济萧条及其后遗症的影响。悲观主义在萧条时期会比较盛行——这是很容易理解的，而这种悲观情绪会不可避免地影响到对技术和未来的预判。金融危机和房地产泡沫的破裂导致了消费者信心以及财富的崩溃，进而引发了严重的需求缩减和GDP增长的下降。虽然技术行业的萧条在2009年6月就终结了，但正像我们在2013年写到的，美国经济的运行仍远低于其能达到的潜

力水平——失业率是7.6%，而产能利用率是78%。在这次萧条期间，任何计量标准，包括产出的数量（比如劳动生产率），至少都会临时性的走低。事实上，当你回过头来看一下历史，就会发现在20世纪30年代大萧条的初期，生产率并不仅仅是增长的减缓，实际上是连续两年的下降——这是最近的萧条时期从来没有发生过的事情。对增长持悲观主义态度的人士在20世纪30年代要比现在更容易听到相同的声音，但接下来的30年却是20世纪生产率增长最快的时期。再回到图7–2，请仔细看一下图中的虚线，也就是在20世纪30年代初期生产率增长线下沉之后的虚线，你就会明白，这是第一次机器革命时代所带来的前所未有的红利以及最大规模的一次增长。

对这一次生产率大爆发的解释是，当通用目的技术被引入之后，我们经常会首先看到生产率提高的延滞，之后才是生产率的高速腾飞。在一波又一波填补式创新的推动下，电气化所带来的红利延展了近一个世纪。现在，第二次机器革命时代的数字化通用目的技术仍然显得不够深刻。不过即使摩尔定律创造的神话就此终结，填补式创新也能再次延续数十年，并且能够持续不断地促动生产率的提高。然而，不像蒸汽机和电力，第二次机器革命时代的技术将持续地以令人吃惊的指数级速度增长，这种能量将在完美的数字化世界里不断地被复制，组合式创新也将从中获得更多的发展机会。当然，路并不是一直平坦的，我们仍然没有摆脱商业周期的宿命。但数字化时代红利的基本规则已经成形，它超越了我们所经历过的任何一个时代。

---

1. 有一些人会衡量资本生产率，也就是每一单元的资本投入所带来的产出；也有一些人会衡量多种因素的生产率，也就是产出除以资本和劳动力的平均投入。经济学家们有时使用另一个术语来概括多种因素的生产率，即索洛剩余，这一术语更好地反映出一个事实——我们不需要知道生产率的来源。罗伯特·索洛本人也强调，与其说索洛剩余衡量的是技术的进步，还不如说衡量的是我们的无知。

2. 这是一件好事情，因为我们能够增加的投入量多少会受到天然性的限制——毕竟没有人可以一天工作超过24个小时，公司对劳动力的使用也不会超过100%。相比较来说，生产率的提高反映的是创新能——除了我们的想象，它不受任何力量的限制。

3. 产出除以劳动力和实物资本的投入经常被称作全要素生产率。然而，这一术语有时会引起一点误导，因为在生产中还会有其他投入。例如，有的公司会主要投入无形的组织资本。我们能够衡量的投入的种类越多，我们对全部产出增长的阐释就会越透彻。最终的结果是，被我们贴上生产率（并不是投入的增长）标签的索洛剩余将会变得更小。

第8章 超越GDP：当GDP无法衡量经济增长时

“GDP里看不见纯美的诗歌，听不见超群的公共辩论。它衡量的既不是我们的智慧、勇气和学识，也不是我们的同情心和奉献精神。它只能衡量每件实实在在的东西——除了那些让生命更有价值的东西。”

——罗伯特·F. 肯尼迪（Robert F.Kennedy）

美国前司法部长、美国前总统约翰·F.肯尼迪的弟弟

当曾经的美国总统胡佛努力想了解在大萧条期间究竟发生了什么，并打算设计、规划一种项目以应对大萧条时，还并不存在一个综合性的国民经济核算系统。他不得不依靠零散的数据——例如货运量、商品价格和股票价格指数，但这些数据只能为经济活动提供一个并不全面的、经常也是不可靠的观察视角。第一套国民经济核算系统是在1937年提交给国会的，这套系统所基于的是诺贝尔经济学奖获得者西蒙·库兹涅茨（Simon Kuznets）与美国国家经济研究局的研究专家、美国商务部团队共同合作的开拓性研究成果。最终，这套评估标准在20世纪一直作为“信号灯”，帮助指引了很多大的经济变革。

但当经济发生变化时，我们的评估标准也必须要改变。在第二次机器革命时代，我们关注越来越多的是思想，而不是事物；是比特，而不是原子；是交流，而不是交易。这个信息时代最大的讽刺是，在很多方面，我们实际上对经济中价值源泉的了解程度比50年前还要少。事实上，很多变化之所以很长时间被视而不见，只是简单地因为我们对实际的变化一无所知。有一个很大的经济层面在官方的数据中

是看不到的，更不用说大多数公司的损益表和资产负债表了。免费的数字化产品、共享经济以及我们各种关系中的无形资产及其变化，对我们的工作、生活都有着非常大的影响。它们也需要新的组织结构、新的技能和新的制度，并且甚至可能也需要我们对一些价值进行再评估。

数字化经济：当音乐从物理介质变成计算机文件

我们对音乐从物理介质到计算机文件转变的故事已经耳熟能详了，但对于这场转变最有趣的部分却很少讨论。音乐隐藏在我们传统的经济数据之外。物理介质的音乐销售已经从2004年8亿个单位下降到2008年的不到4亿个。然而，同样在这段时期内，人们购买音乐产品的总量却在增长，这充分说明人们通过网上下载的方式购买的数量在快速增长。数字流——比如iTunes（苹果公司的音乐软件）、Spotify（中文名为“声破天”）、Pandora（中文名为“潘多拉”），也越来越多地进入了人们的视野，当然，这里的购买数据并没有反映出数量惊人的被免费共享、下载（经常是通过盗版的形式）的歌曲。在MP3崛起之前，即使是最痴迷的音乐爱好者——他们都有一个堆满立体声唱片、磁带和CD的独立空间，所拥有的歌曲数量也只能占到当今一个孩子的智能手机通过Spotify或者Rhapsody服务所获得的2000万首歌曲的一部分。明尼苏达大学的乔尔·沃德佛格（Joel Waldfogel）做了一项充满智慧的研究，目的是寻找一定量的证据以证明在过去的10年时间里，音乐的整体质量并没有下降——如果有什么变化的话，应该是前所未有的提高了。如果你和大多数人一样，那么你现在所听到的音乐应该比以前更多、更好了。

那么音乐是如何消失的？音乐的价值并没有改变，改变的只是价格。2004年—2008年，音乐销售的整体收入从123亿美元下降到了74亿美元——下降了40%。即使我们将手机上的音乐铃声也包含在内，一些音乐录制公司的整体收入也下降了30%。

当你放弃在报摊上购买一份物理介质的复制品，而在网络上以非常低的价格或者免费阅读《纽约时报》《彭博商业周刊》或《麻省理工管理学院斯隆管理评论》时，也或者当你使用Craigslist（大型免费

分类广告网站）而不是分类广告时，还或者当你通过Facebook共享照片而不是把打印的照片邮寄给朋友和亲戚时，你也会发现相似的经济现象。“模拟美元”正在变成“数字便士”。[注]

据估计，到现在为止，互联网上数字文本和图像的页面数量已经超过了一万亿。正如我们在第4章中讨论的，比特正在让零成本变成现实，它几乎瞬间就能传遍全球。而且，一份电子产品的复制品几乎和原件毫无差别。这就产生了很多不同的经济问题——比如对行业价值的评估。当商务旅行人士通过Skype（网络电话）和家里的孩子通话时，他对GDP的贡献率就是零——但这件事情绝对不是没有价值的。从另一方面看，即使最富裕的“强盗资本家”也无法购买到这项服务。那么，我们如何评估那些不能像以前一样可以用任何价格购买的免费产品或服务的经济效益呢?

---

1. 作者在这里提到的“模拟美元”来自DVD、CD（尽管它们已经不是模拟信号制品了）、付费有线电视、一些电视台（包括其授权的衍生品），它们的计价单位都是美元。而“数字便士”来自亚马逊视频点播、苹果iTunes商店和其他网站上的下载服务，通常计价单位是美分。——译者注

GDP遗漏了什么

尽管经济学家、学富五车之人、记者和政治家们都非常关注GDP，也尽管他们能对GDP做出相对完美的评估，但它仍然不能量化我们的生活福利。我们在第7章里谈到的GDP和生产率的增长趋势是很重要的，但它们还不足以衡量我们整体的生活状况，或者说是我们的经济状况。罗伯特·肯尼迪用诗化的语言对此进行了描述，也就是我们在这一章的开始所引用的部分。

尽管用一美元的价值来衡量对辩论的刺激效果——就像罗伯特·肯尼迪所说的那样，是不现实的，但我们可以通过考量我们能够消费的产品和服务的一些变化，来更好地理解基本的经济发展进程。一个很明显的事实是，官方的数据正在倾向于不仅低估我们的红利，而且还在第二次机器革命时代误导了我们。

除了海量的音乐，今天的孩子们也完全可以使用智能手机通过移动互联网实时获得比20年前的美国总统获得的还要更多的信息。维基百科号称其信息总量超过了几乎囊括20世纪所有知识的《不列颠百科全书》（*Encyclopedia Britannica*）的55倍。就像维基百科一样（但和《不列颠百科全书》不同），我们今天能够获取的很多信息以及娱乐项目都是免费的——当然还有智能手机上超过100万的手机应用程序。

因为它们都是零成本的，所以实际上这些服务在官方的数据统计中都是看不到的。它们为经济增加了价值，却没有为GDP增加美元。因为我们的生产率数据是用GDP来衡量的，所以焕发着勃勃生机的免费产品无法驱动生产率的提高。然而，让人毫不怀疑的是，它们拥有真正的价值。当一个女孩点击观看YouTube上的视频，而不是去电影院观看电影时，她会认为她从YouTube上获得的实际价值要远高于传

统的电影院。当她的哥哥通过iPad下载了一个免费的游戏应用程序，而不是去购买一个视频游戏时，他的想法也是这样的。

免费：满足了我们的生活，却对GDP毫无贡献

从某些方面看，免费产品的扩散甚至造成了GDP的下降。如果你仅花费几个便士——而不是数千美元，就能把一部百科全书存储到你的计算机里，那么你是很明智的。但你的花费少了，GDP就会下降，虽然我们个人的生活质量提升了，但GDP的统计数据却和我们生活质量的提升背道而驰。一种生活和工作方式上的简单转变，比如使用免费的信息交流服务系统（像基于苹果平台的即时通信工具iChat）而不是短信，浏览像Craigslist这类的免费分类广告网站而不是报纸上的广告，使用像Skype这类的免费语音呼叫系统而不是传统的电话，都能够导致数十亿美元从很多公司的账面盈利上以及GDP的统计数据上消失。

正像这些例子所表明的，我们的生活福利与GDP的关系并不是很紧密。不幸的是，很多经济学家、记者以及公共机构仍然使用GDP的增长作为经济增长的同义词。在20世纪的很长时间里，这种类比都是相对公平的。如果假定每增加一个单位的产品在生活福利上会带来相同程度的增长，然后合算出有多少个产品单位被生产出来——就像GDP的合算方法一样，那么以这种方式得出来的数值将会是衡量我们生活福利的一个近似值。一个国家能否销售出更多的汽车、小麦以及钢铁，是与这个国家人们的富裕程度相对应的。

由于每年生产出来的那些大体量的数字化产品“一文不值”，这种传统的以GDP为衡量标准的观点已经越来越没有市场了。正像我们在第4章所讨论到的，第二次机器革命时代经常被描述为一种“信息经济”，这是有充足理由的。人们都在前所未有地使用维基百科、Facebook、Craigslist、Pandora、Hulu（美国的一家视频网站）和Google，而且每年都有数千种数字化产品被生产出来。

美国经济分析局把对经济有贡献的信息行业界定为软件销售、出版、动画、录制、广播、通信以及信息和数据处理加工行业。根据官方的统计和评估，这些行业对今天GDP的贡献率仅仅占到4%，几乎和20世纪80年代末期万维网被发明之前的份额相差无几。但很明显，这种统计和评估是错误的。官方的统计数据没有把给我们经济带来真正价值的且正在增长的很大一部分份额计算在内。

用时间机器评估增长

那么，能否把GDP改良成一种能够衡量我们经济状况和生活福利的工具呢？经济学家们有时会使用一种交替选择的方式来进行这种衡量——类似孩子们的游戏“你愿意……还是愿意……”。1912年西尔斯百货公司的商品销售目录上有数千种商品，从一辆售价达335美元的西尔斯汽车到数十款女式鞋，有一些鞋的价格甚至低至1.5美元。假设我给你提供一份1912年列入所有产品和服务的商品目录——当然不仅仅是西尔斯百货公司的，还有来自其他销售商的，而且销售价格完全和1912年的销售价格一样，你愿意从那份没有其他选择余地的旧商品目录中选择商品，还是愿意以今天的价格随心所欲地选择今天的产品和服务？

你也许觉得这种对比比较困难，那么可以拿最近一些年的两份商品目录进行对比，比如说1993年和2013年的目录。如果你有5.5万美元可供消费，那么，你愿意以1993年的价格购买一辆1993年款的汽车（汽车是全新的），还是愿意以2013年的价格购买一辆2013款的汽车？你愿意以1993年的价格购买1993年的香蕉、隐形眼镜、鸡翅、衬衫、座椅、银行服务、航空服务、电影票、电话服务、健康护理服务、房产服务、照明用品、计算机、汽油以及其他的产品和服务，还是愿意以2013年的价格购买2013年的购物车里那些对等的商品和服务呢？

从商品的品质上看，你所购买的香蕉和汽油从1993年开始没有什么变化，你需要考虑的唯一不同点是它们的价格。如果这是唯一的区别，那么通货膨胀就很容易计算了，进行“你愿意……还是愿意……”这种交替选择也容易得多。虽然对于其他产品来说，尤其是像互联网、手机应用程序这类的第二次机器革命时代的产物，在品质和

特性方面已经出现了很大的变化，因此根据真实的品质和特性调整的价格可能已经下降了——即使票面上的定价是增加的。而且，有很多新产品在以前根本就不存在，尤其是数字化产品。也有一些以前的产品和服务已经停止使用或者使用功能退化了。如今已经很难找到马皮磨刀带或者1993年出产的旧式个人计算机了，也找不到以前那种能给你免费清洗挡风玻璃的加油站了。

在你选择了自己比较喜欢的商品目录之后，下一步就是要问我必须付给你多少钱，才能使你无视这两个目录之间的差别。在你计划从旧的商品目录中选择商品时，如果我能多付给你超过20%的价格，就能使你高高兴兴地从新的目录中选择商品，那么这时总的价格指数就增长了20%。如果你的收入没有发生变化，那么对购买力的侵蚀和冲击将会给你的生活水平带来下降；同样地，如果你的收入比价格指数增长得快，那么你的生活水平就是在提升。

这种衡量方式从理念上讲还是有一定意义的，它是大多数现代政府评估生活水平变化的基础。比如，曾经作为社会保障金指数的生活变化的成本所基于的就是这种分析。可以理解的是，这些曾经使用的评估数据几乎一直是从买卖双方的市场交易中获得的——自由经济并没有计算在内。

消费者剩余：GDP不会统计你的上网时间

还有一种衡量我们经济福利的标准来源于产品和服务的消费者剩余这个概念。消费者剩余比较的是消费者愿意为某种产品或服务所偿付的价格与他实际要付的价格。如果你愿意付一美元去读一份晨报，但这时你免费拥有了这份报纸，那么你就获得了一美元的消费者剩余。然而，正像前面解释的，用一种对等的新型免费阅读服务来替代一份付费的报纸将会使GDP减少——即使它能增加消费者剩余。在这种情况下，消费者剩余将是衡量我们经济福利的一种更好的方式。虽然消费者剩余是一个不错的概念，但它同时也是一个很难衡量的概念。

然而，虽然衡量消费者剩余非常困难，也没有阻止一批研究学者在为此付出努力。1993年，埃里克撰写了一篇文章，计算出由计算机价格下降所带来的迅速增长的消费者剩余每年给我们增加的经济福利是500亿美元。[注]

当然，当被研究的产品已经免费的时候，对其价格下降进行研究并没有什么意义。埃里克与麻省理工学院的博士后吴珠熙最近所做的一项研究，采用了一种不同的方法。他们观察到，即便人们不用付费，他们在使用互联网时仍然需要放弃一些有价值的东西——他们的时间。不论我们贫穷还是富裕，我们每个人一天也只有24个小时。为了“消费”YouTube、Facebook或者电子邮件，我们必须付出更多的注意力。事实上，2000年—2011年，美国人花费在互联网上的休闲时间近乎增长了一倍。这显示了，和其他休闲方式相比，他们认为在互联网上花费时间更值得。通过把使用者的时间价值纳入考量因素，并对比他们花费在互联网上以及其他事情上面的时间，埃里克和吴珠熙估算

出了互联网每年为每一位使用者所创造的价值为2600美元。但所有的这些数据并没有出现在GDP的统计数据中，如果要把这些数据计入GDP的增长——还有生产率的增长，那么每年GDP的增长便多0.3%。也就是说，2012年生产率实际的增长率是1.5%，而不是报道的1.2%。

即使不考虑休闲时间，拥有更多的时间也是一件好事——我们可以通过节省时间做很多有价值的工作。Google的首席经济学家哈尔·瓦里安专门研究了人们从Google搜索中所节省的时间。他和他的团队随意收集了一些人们在Google上搜索的问题，比如："在做小甜饼时，使用黄油还是人造黄油会影响小甜饼的大小吗？"接下来，该团队在不使用Google的情况下试着回答这些问题——比如通过在图书馆里寻找答案。结果是，在没有Google帮助的情况下，回答每个问题的平均时间大约是22分钟（到图书馆的时间没有计算在内），而如果使用Google回答同样的问题仅仅需要7分钟。也就是说，Google给每个问题平均节省了15分钟的时间。当你把这种时间差扩展到所有问题时，那么可以计算出——在这里我们使用美国人的平均时薪（22美元），Google每年可以为美国每个成年劳动者带来500美元的收入。

虽然在网上冲浪的人们究竟是在工作还是在娱乐（可能他们是为了研究工作而去查询一本书）或者是经济学家所说的投入和产出，很难有严格的区分。但人们花费数十亿小时上传、贴标签[注]，以及在类似Facebook这样的社交网站上评论图片等，都毫无疑问地为他们的朋友、家庭甚至是陌生人创造了价值。虽然这些小时是没有报酬的，但做这些"工作"的人们可能觉得做这些要比把时间花费在其他事情上更有价值（从本质上看拥有更高的劳动报酬）。把这种想法和做法放大来看，要知道，去年Facebook使用者每天在上面花费的所有时间达到了2亿小时——其中很多时间用于创造其他使用者"消费"的内容。这些小时数是修建整条巴拿马运河所使用的小时数的10倍。所有的这些数据也没有当作投入或产出被计算在GDP的统计数据之内，但这些"零薪酬"和"零价格"的活动仍旧对经济福利做着贡献。像卡内基梅隆大学的

研究学者路易斯·冯·安（Luis von Ahn）就正在研究，如何在互联网上推动和组织数百万人通过集体项目来创造价值。

---

1. 在这之后，又出现了一些相关的研究和发现。2013年，经济学家杰里米·格林伍德（Jeremy Greenwood）和凯琳·考派基（Karen Kopecky）使用了一种相似的方法计算出了个人计算机给经济福利所带来的增长贡献。另两位经济学家——施恩·格林斯坦（Shane Greenstein）和瑞安·麦克德维特（Ryan McDevitt），合作研究了日益广布的宽带入网带来了多少消费者剩余增长。他们研究了宽带真正的价格随着时间的下降，以及这一服务的使用者增长了多少。从以上的研究中，两位经济学家估算出，与实际付出的价格相比，人们愿意付出多少价格去购买这项服务，然后他们算出了消费者剩余的多少。麦肯锡咨询公司的一个团队采用了一个更直接的方法。这个团队调查了3360位消费者，询问他们愿意为互联网提供的16项专门服务付多少钱。得出的结果是，他们平均的付出意愿是每个月55美元。基于这一计算，该团队估算出美国人每个月从免费的互联网中获得的消费者剩余超过了350亿美元。其中占比最大的单一服务类别是电子邮件，而类似Facebook这样的社交网站则紧随其后。
2. 即Tagging，Tag在中国并没有统一的中文译名，有的称之为“分类”，也有的称之为“开放分类”或“大众分类”，还有的称之为“标签”。Tag是一种更为灵活、有趣的日志分类方式，你可以为每篇日志添加一个或多个Tag，然后可以看到博客大巴上所有和你使用了相同Tag的日志，并且由此和其他用户产生更多的联系和沟通。——译者注

新产品和新服务：进入新经济时代

在20世纪90年代互联网繁荣的初期，风险投资者经常开玩笑说，在新经济中只有两个数字，一个是无穷大，另一个是零。当然，新经济中很大一部分的价值来源于很多产品的价格下降到了零。但这一图谱的另一端是什么呢（也就是价格从无穷大下降到限定的数字）？假设华纳兄弟娱乐公司制作了一部新电影，你可以花9美元去观看这部电影，你的生活福利是不是增长了？在这部电影构思、摄制和公映之前，你不会以任何价格购买到，哪怕是无穷多的钱。在某种意义上说，电影的价格已经从无穷多大幅下降到了9美元——或者是你愿意买票去观看的最高价格。同样，我们现在也可以接触到以前从来不存在的所有新型服务——有一些服务我们在前面章节里已经介绍过。在过去的一个世纪里，我们生活福利增长的很大一部分，不仅仅是由于我们使现有的产品变得更廉价了，而且还由于我们扩大了产品的类别及可以使用服务的范围。

77%的软件公司每年都会有新产品发布，而且互联网零售业的发展也使大多数消费者能够获得更多的产品种类和数量。轻点一下鼠标，超过200万册图书就能够在亚马逊网站买到。相比来看，传统的实体书店一般大约只有4万册图书的存量，即使是纽约市规模最大的巴诺书店，图书存量也仅有25万册。根据一篇埃里克与迈克尔·史密斯（Michael Smith）、杰弗瑞·胡（Jeffrey Hu）共同发表的研究论文的分析，其他一些类别的产品，包括视频和音乐产品，以及一些电子产品和收藏品，每当一种新产品推出之后，它都会使消费者剩余发生增长。

想象价值创造的其中一种方式是，设想新的产品总是存在，只不过价格很高，没有人能够买到。要想让人买到，就得把产品的价格降

到一个合理的水平。在计算机化的目录管理系统、供应链和生产系统变得高效、灵活之后，大多数实体店的存货单位（Stock Keeping Units，缩写为SKUs）都有了大幅增长。根据经济学家罗伯特·戈登的说法，对于整体经济来说，官方的GDP数据并没有把每年给生产率带来0.4%额外增长的新产品和新服务的价值计算在内。请记住，在20世纪的大部分时间里，每年生产率的增长基本都在2%左右徘徊，因此，新产品的贡献率并不是很小的一部分。

大众点评：为什么小饭店也能与连锁酒店竞争

数字化也给我们搜索和购买当前的产品和服务带来了很大的便利。降低搜索和交易成本意味着我们能够快捷地完成产品和服务的交易，在这一过程中，效率增加了，也更加方便了。例如，点评网站Yelp收集了数百万顾客的评论以帮助食客找到价格实惠、菜品上乘的饭店，即使是他们到其他城市旅行也可以实时浏览。还比如，你只需要点几下鼠标，就可以在订餐服务网站OpenTable上预订一桌可口的饭菜。

简而言之，像这样的数字化工具给我们的生活带来了极大的不同。在过去，由于消费者获取信息的渠道不够通畅，即使销售方效率低下或者出售的商品质量不好也能很容易就掩盖过去，加之地理距离因素也限制了销售方之间的竞争。而像FindTheBest和Kayak这样的类比网站出现之后，航空旅行、银行、保险、汽车销售、动画和其他很多行业都正在被消费者的搜索能力和彼此竞争的销售方所改变。现在，不具备一定服务标准的销售方已经很难再吸引信息不通畅或者易于轻信他人的消费者了。而且，销售方也无法同其他地方的能够提供更好服务的销售方“绝缘”了。哈佛商学院的迈克尔·卢卡（Michael Luca）在一项研究中发现，逐渐增加的透明度有助于小饭店与大的连锁酒店进行竞争，因为消费者通过类似Yelp网站上的服务评级就能很快地找到满意的饭店，而不必考虑凭借高额的市场推广费用堆砌起来的品牌饭店。

由日益增长的共享经济所带来的无形优势——更好的匹配度、更快捷和贴心的客户服务体系以及逐渐增加的便利性，被1996年的波斯金委员会标识为很难被官方价格和GDP统计数据估算的因素。这是另

外一种衡量方式，以这种方式衡量，我们真正的增长要比标准的数据大得多。

无形资产：决定生产的未来

正像免费的产品而不是实体的制造产品在经济消费的份额中日益重要一样，无形资产在经济的固定资产中所占的份额也日益增长。第二次机器革命时代的生产对实体设备和生产结构的依赖会越来越少，而会更多地取决于知识产权、组织资本、用户生成内容和人力资本这四大无形资产。

知识产权包括专利权和版权。从20世纪80年代起，由美国创造者和发明者带来的专利权所占的比例一直在迅速增长，而其他类型的知识型资产也在增长。另外，有很多研发项目从来没有像知识产权那样正式化，但仍然拥有很高的价值。

无形资产的第二大类别——甚至是更大的类别，是像商业流程、生产技术、组织形式和商业模式这类的组织资本。要想有效使用第二次机器革命时代的新技术，几乎不可避免地需要改变生产的组织架构。例如，当公司在计算机硬件和软件上投入数百万美元以创建一套新的企业资源规划系统时，它们通常也要把流程改变的成本计算在内——其投入的成本将是原先投入到硬件和软件上成本的3~5倍。然而，虽然在硬件和软件上的投入通常可以计入国家的资本存量，但新的商业流程——这些组织资本通常比硬件延续的时间更长，一般不计入资本存量。我们的研究认为，就美国经济来说，如果与计算机相关的无形资产能够保持一个恰当的比例，将会给官方评估的固定资产带来超过2万亿美元的增加额。

用户生成内容虽然规模相对较小，但却是迅速增长的第三大类无形资产。Facebook、YouTube、Twitter、Instagram、Pinterest（堪称图片版的Twitter，网民可以将感兴趣的图片在Pinterest上保存，其他网友

可以关注，也可以转发图片）以及其他在线内容网站的使用者不仅消费免费的内容、获得我们前面谈到的消费者剩余，而且也制作大部分的内容。每天在YouTube上新制作的视频时长达到43200小时，同样每天上传到Facebook上的新照片也有2.5亿张。使用者也贡献了有价值的内容，但这些内容的价值却是无法衡量的——类似亚马逊、TripAdvisor（全球最大、最受欢迎的旅游网站）和Yelp这类网站上的评论内容。另外，用户生成内容包括被用于分类评论和按有用程度排序（例如，当亚马逊网站询问“这条评论对您有用吗”之时）的简单的二进制信息。硬件和软件公司现在竞相提升用户生成内容活动的效率。比如，智能手机及其应用程序现在就包含往Facebook网站上贴图的简单或自动的操作工具。这些内容对一些使用者来说是有价值的，可以被认为是给我们的整体财富带来额外增加的无形固定资产。

第四个和最大的种类是人力资本的价值。我们所有人不仅在学校里学过很多年像阅读、写作和算术这类的学习技能，同时也学会并掌握了一些工作和生活方面的技能，所有的这些技能都能帮助我们提高生产效率，当然在一些情况下，还有助于我们获得更多的劳动报酬。这些技能对国家的资本存量也是有一定贡献的。根据戴尔·乔根森和芭芭拉·弗罗曼尼（Barbara Fraumeni）的说法，在美国，人力资本的价值要比全部的实物资本大5~10倍。当然，人力资本对经济的重要性并不是一成不变的。根据伟大经济学家亚当·斯密的理解，在第一次机器革命时代，其中一个最不利的条件是迫使工人去做重复工作的劳动方式。他在1776年记录道：“一个一生中只做几个简单操作动作且其动作所带来的效果相同和近乎相同的人，是没有机会发挥他的理解力的。”正如我们将在后面章节中讨论的，当日常工作变得越来越自动化以及对人类创造力的需求逐渐增加时，对人力资本投资的重要性将会凸显出来。

虽然这些无形资产很重要，但官方的GDP却忽视了它们。比如，用户生成内容就是以无法衡量的劳动力创造出了无法衡量的资产，然

后再以无法衡量的方式进行消费，最终创造出无法衡量的消费者剩余。然而，在最近一些年里，人们也尝试使用卫星账户[注]来进行相关核算——跟踪的就是美国经济中的这些无形资产。例如，由美国经济分析局创设的新卫星账户测算出，在研发资本方面的投资占GDP的比例大约是2.9%，这部分投资在1995年—2004年，每年带动的经济增长大约为0.2%。

当然，很难准确地说，这种对无形资产的错误估算究竟在多大程度上偏离了正常的数据。但我们非常有信心地说，官方的数据严重低估了它们的贡献。[注]

---

1. 卫星账户（Satellite Accounts），是一种附属账户，是用来衡量那些在国民经济核算体系中没有或不能作为一个独立产业经济部门的产业规模的核算体系。——译者注

2. 和无法衡量的无形消费品不同，对无形资本产品的不恰当衡量不会自动偏离官方的生产率数据。一方面，像所有的无形资产一样，无形资本产品使得产出更多。但同时，它们也用于生产，因此使得投入也更多。在一个投入与产出以同等比例增长的稳定国家里，这两个作用就相互抵消了，因此，在由产出或投入界定的生产率数量方面没有发生什么偏离。对于某些类型的无形资产来说，缓慢而稳定的增长基本上都是真实发生的，比如由教育行业培养的人力资本。但其他种类——像与计算机相关的组织资本或者数字内容网站上的用户生成资本，都在快速地发生增长。对于这些种类的无形资产，官方的生产率数据实际上大大低估了经济的真正增长。

第二次机器革命时代的新标准

管理的一项基本原则是：可以衡量的工作才能够完成。现代GDP的核算体系当然是经济发展的一大进步。正像保罗·萨缪尔森（Paul Samuelson）和比尔·诺德豪斯（Bill Nordhaus）所说的：“虽然GDP和国民收入的其他核算办法听起来晦涩难解，但它们毫无疑问是20世纪最伟大的发明之一。”

但数字化商业的崛起意味着我们的经济标准需要创新了。如果我们使用的计量工具是错误的，那么我们也将会做出错误的决定，最终的产出也会出现失误。如果我们仅仅衡量有形资产，那么我们就会抓不住能给我们带来更多经济福利的无形资产。如果我们不对环境污染和创新进行衡量和评估，那么我们的环境污染将会更加严重，而创新也会明显不足。并不是所有有价值的东西都是可以计算的，也不是所有可以计算的东西都是有价值的。

正如诺贝尔经济学奖得主乔·斯蒂格利茨（即约瑟夫·尤金·斯蒂格利茨）所说的：

一方面，GDP事实上可能是衡量经济福利的一个糟糕的标准——甚至用它来衡量长期以来的市场行为也显得不够完美。另一方面，社会和经济的变化也使得各方面的问题更加突出。但与此同时，在经济和数字技术领域的进步，也为提升这种糟糕的衡量标准创造了机会。

新的标准在概念和实施上都有所不同。我们可以采纳以前的一些调查数据以及一些研究学者一直在使用的技术。例如，人类发展指数使用健康和教育数据以填补官方GDP统计数据的一些缺口；多维贫困指数使用10种不同的指数——比如营养成分、环境卫生、饮用水，来

评估发展中国家的经济福利；而儿童死亡率和其他健康指数都被记录在类似人口统计和健康调查这样的家庭调查数据中。

在这一领域，有几个很有前景的项目。乔·斯蒂格利茨、阿玛蒂亚·森（Amartya Sen）和让–保罗·菲图西（Jean-Paul Fitoussi）针对我们如何全面拉动经济数据研究开发了一个详细的指导项目。另一个很有前景的项目是由迈克尔·波特（Michael Porter）、斯科特·斯特恩（Scott Stern）、罗伯特·劳瑞（Roberto Loria）和他们的同事正在研发的社会发展指数——他们已经开始在不丹测评国民幸福指数。另外还有盖洛普健康幸福指数，其研发人员也一直在做长期的民意调查。

这些都是很重要的提升，我们诚心地支持他们。但最好的时机和前景是使用第二次机器革命时代的工具：数字化时代集大体量、多类别和及时性于一体的海量数据。互联网、手机、设备中的嵌入式传感器都在持续不断地传送着数据。例如，罗伯特·莱格伯恩（Roberto Rigobon）和阿尔伯特·卡瓦罗（Alberto Cavallo）通过统计全球的每日在线商品交易价格而测算出的通货膨胀指数就非常及时，在很多情况下，也要比官方通过每个月调查很少的一些样本而得出的数据可信得多。还有一些经济学家正在使用夜间的人工光源卫星地图来评估世界不同地方的经济增长状况，以及通过评估Google搜索频率来了解失业和住房供给方面的变化。可以说，这类信息非常有助于我们了解经济的状况，就像它已经改变了市场、生产、金融、零售和商业相关的方方面面一样。

随着我们能够获取的数据更多以及经济的持续发展，能够提出正确问题的能力甚至变得更加至关重要。不论一盏路灯的灯光有多么明亮，如果你的钥匙不是在那个地方丢失的，你都不会在灯光下找到丢失的钥匙。我们必须努力思考什么是真正有价值的东西，什么是我们想要的，以及什么是我们不想要的。GDP和生产率的增长是重要的，但它们只是达到目的（生活福利）的手段，并不是目的本身。我们想

要增加消费者剩余吗？那么降低的价格或者更多的休闲时间可能是有所进展的标志，即使它们导致了一个更低的GDP。当然，我们的很多目的是非货币性的。我们不应该忽视经济的衡量标准，但我们也不能简单地让这些标准把我们的其他价值排除在外，因为这些价值更是可以衡量的。

同时，我们需要记住，GDP和生产率数据忽视了很多我们认为有价值的东西——即使我们从一个足够窄的经济学视角来看。而且，每当出现一种新产品或服务，或者当之前已有的产品变得免费之后——它们被数字化之后就常常变得免费了，我们所衡量的东西以及我们认为有价值的东西之间的差距都会被拉大。

第9章 大分化：数字化技术催生财富的重新分配

“富裕与贫穷之间的不平衡是所有共和国最古老的、最致命的疾病。”

——普鲁塔克（Plutarch）

罗马传记文学家、散文家，柏拉图学派的知识分子

世界上第一张照片是1838年拍摄的一张繁忙的巴黎街道的照片，从那时起到现在，我们人类已经拍摄了3.5万亿张照片，而在这些照片中，有超过10%的照片是在去年拍摄的。直到近年来，大多数的照片还是胶片的，要用卤化银和其他化学材料冲洗出来，但胶片摄影在2000年就已经达到了顶峰。今天，超过25亿的人拥有数码相机，拍摄的绝大多数照片也是以数字的形式呈现的。结果是令人吃惊的：据估计，现在每两分钟所拍摄的照片要比整个19世纪所拍摄的所有照片都要多。我们现在可以方便地记录我们生活中的人和事，其详细和频繁程度史无前例，而且和以前相比，我们也可以更容易地与更多的人分享我们的作品。

数字化不仅使拍摄的照片数量和方便程度增加了，也深刻地改变了照片制作和传播的经济模式。Instagram一支仅有15人的团队开发了一个简单的应用程序——现在这个应用程序有超过1.3亿的用户在使用，其分享的照片数量已达到160亿张（数量还在不断增长）。在应用程序开发15个月之后，这家公司被以超过10亿美元的价格出售给了

Facebook。Facebook的用户数量在2012年就达到了10亿，它的雇员人数大约为4600名，而工程师的数量差不多为1000名。

让我们拿上面这些数字与前数字化时代的庞然大物柯达相比——柯达也帮助用户分享了10亿张照片。柯达曾经雇用过145300名员工，其中有1/3的员工在纽约州的罗彻斯特工作，而间接雇用的数千名员工基本服务于第一次机器革命时代公司所需要的庞大供应链系统和零售、流通渠道。在1880年公司创立之后，柯达不仅为他的创始人乔治·伊士曼（George Eastman）创下了巨额财富，也为一代又一代的人们提供了中产阶层的工作机会，同时也为罗彻斯特实现真正的财富共享立下了汗马功劳。但是在132年之后，也就是在Instagram出售给Facebook之前18个月，柯达却申请了破产。传统的摄影方式已经不再广受欢迎。如今，每年有700亿张照片被上传到Facebook网站上，而且还有超过这一数量好多倍的照片通过其他类似Flickr网站这样的服务渠道以近乎零成本的方式被共享。这些照片全部是以数字化存储的，而成千上万的人们以前习以为常的用化学成分和相纸冲洗照片的方式已经成为历史。在数字化时代，照片也需要有自己的生存之道。

照片的进化诠释了第二次机器革命时代所带来的红利：其一是当下发生的指数级、数字化以及组合式增长和进步产生的显著的经济红利；其二是分化，也就是意味着人们在收入、财富和其他重要的生活指标上的差异越来越大、越来越明显。我们创造了一个图片丰富的世界，每年差不多都会有4000亿个“柯达瞬间”仅仅依靠轻轻一点鼠标或者随手触摸一下屏幕就能实现共享。而类似Instagram和Facebook这样的公司所雇用的人员仅仅占到了柯达公司的一小部分。然而，Facebook所创造的市场价值要比柯达公司曾经的市场价值高好几倍，到目前为止还至少造就了7位亿万富翁，而且每一位富翁的净资产都要比乔治·伊士曼高10倍。从“模拟美元”到“数字便士”的转变带来了照片和其他产品的数字化，也给收入分配带来了前所未有的高度分化。

摄影并不是这种转变的唯一例子。同样的故事还发生在音乐、媒体、金融和出版行业以及零售、流通、服务和生产领域。在几乎每一个行业，技术进步都能带来前所未有的红利——更少的工作也可以创造出更多的财富。而且至少在我们当前的经济体系中，这种进步将会对我们收入和财富的分配发挥很大的影响力。如果一位职员在一个小时内所做的工作能够被一台机器以一美元的成本完成，那么一位追求利润最大化的雇主将不会为那份工作开出多于一美元的工资。在一个自由市场体系下，这位职员要么接受一小时一美元的工资，要么就要去寻找新的生存之道。相反，如果一个人能够凭借他的远见卓识、天赋才能或者熟练技能找到为上百万新一代使用数字技术的消费者服务的渠道，那么他或她所获得的赢利机会就有可能是其他传统渠道的上百万倍。而且理论和数据都在说明，技术红利和财富分化的结合并不是一种巧合。技术进步，尤其是数字技术领域的进步，正在驱动财富和收入史无前例地重新分配。数字技术能够以极低的成本复制有价值的思想、创见和创新。它既在为社会又在为创新者的财富创造着红利，但同时也减少了先前重要的劳动力因素，使得很多人不得不面临收入大幅下降的困境。

技术红利和财富分化的结合挑战了两个普遍却相互矛盾的观点。其中一个普遍性的观点是，技术的进步总是能促进收入的增长。另一个是自动化会给劳动者的工资带来损失，因为人被机器代替了。上面这两个观点都有一定的事实根基，但现实情况却有些不同。迅速发展的数字化技术创造了前所未有的财富，但没有哪一条经济法律指出，所有的劳动者，或者是大部分劳动者，都将会从这种发展中有所获益。

在差不多200年的时间里，劳动者的工资确实是随着生产率的提高而增长的。这给人一种事情必然会发生的感觉——技术（几乎）能够惠及所有的人。中位数工资已经无法追随生产率了，这更加说明这种

分离不仅具有理论上的可能性，而且在我们当前的经济中也具有一定的“实践”特色。

中产阶层应该如何做

让我们回想一些基本的事实和情况。

考察中产阶层的收入情况（也就是在整个分配体系中处于第50个百分点的劳动者的收入）是个不错的起点。1999年是美国中产家庭真正收入（扣除通货膨胀因素）达到顶峰的一年。那一年它达到了54932美元，但接下来就开始下降。到2011年的时候，差不多下跌了10%，也就是到了50054美元，即使这一年美国的GDP创了新高。尤其是，非技术劳动者的工资水平在美国和其他发达国家都呈现出了下降趋势。

与此同时，在美国，自从大萧条以来的第一次，超过一半的收入集中在了10%的顶层美国人群中——这一年是2012年。1%的顶层人士获得了整个国家超过22%的收入，这一份额是20世纪80年代初期的两倍还多。在经历了2011年—2012年的收入大增长之后——这一增长超过了1927年—1928年以来的任何一年，1%的顶层美国人之中又有1%的超级人士（在美国仅有几千人）年收入超过了1100万美元，这些人所占的收入份额达到了美国全部收入的5.5%。

大萧条其他的几个衡量标准也在扩大这种不平等。例如，人类总体的平均寿命一直在延长，但一些群体的平均寿命却已经开始缩短。根据S.杰伊·奥尔山斯基（S.Jay Olshansky）和他的同事在《健康事务》（*Health Affairs*）杂志上发表的一项研究，在2008年没有高中文凭的美国白人女性的平均寿命是73.5岁，而在1990年这一群体的平均寿命是78.5岁。没接受过高中教育的白人男性平均寿命在1990年—2008年有3年是下降的。

所以，不足为怪的是，就在美国开始恢复经济萧条的时候，抗议之声响彻美国。右翼的茶党运动[注]和左翼的占领运动表达并传递了数百万美国人的愤怒之情——他们认为自己没有从经济发展中受益。其中一个群体批评政府的管理不善，另一个群体则大肆抨击金融服务行业。[注]

---

1. 茶党运动（Tea Party movement），现代茶党中的Tea，并非茶叶之意，而是“已缴纳足够多的税”（Taxed Enough Already）的简写，其成员绝大多数是不满现实的中产阶层白人和少数白人工人阶层，包括老中青三代和妇女。它是一场于2009年年初开始兴起的美国社会运动，主要参与者是主张采取保守经济政策的右翼人士。茶党运动最初是由部分人士对2009年刺激经济复苏计划的抗议发展而来的。——译者注
2. 自2008年经济危机以来，美国社会产生了两场截然不同的民粹运动，2009年向右走的茶党运动和2011年向左走的占领运动。有分析人士认为，这两场背道而驰的民粹运动本质上是经济危机下，美国社会极端化现象涌现的征兆。而这两场运动的分歧，也折射出美国社会在危机下的分裂。2009年，共和党中的保守派茶党分裂出来，他们提倡降低税收，减少联邦政府开支及其对市场经济的干预，特别是反对奥巴马政府对汽车行业的救助。短短一年内，茶党理念风行全美。然而三年多过去了，美国并没有如茶党人所愿，年轻人失业率更高达25%。成千上万的美国人失业，却要为华尔街金融大鳄的年薪埋单。这种愤懑终于爆发，也将美国社会分为两个阵营。自由派民众开始加入占领运动，他们提出了与保守派茶党截然不同的诉求，要求政府承担更大责任，干预自由市场。——译者注

技术如何改变经济

毋庸置疑的是，这些问题都是重要的，而且我们当前所面临的根本性挑战都是深度的、结构性的，这是我们融入对经济增长持续驱动的第二次机器革命时代所必须要面对的结果。

最近我们无意中听到一位商业人士兴奋地对着他的手机大声叫喊道：“绝不用了。我再也不用H＆R Block（美国最大的报税服务供应商）的报税员了。我要使用TurboTax（一款报税软件，能提供详细的报税指导，可以为投资、生意和租用财产的申报提供帮助和建议）软件，它只花49美元，而且更加快捷、无误。我非常喜欢。”这位商业人士以较低的价格获得了更好的服务，他是幸运的。TurboTax已经为它的数百万用户创造了巨大的价值，但所有这些都没有出现在GDP的统计数据中。TurboTax软件的开发者也是幸运的，因为他成了亿万富翁。但现在成千上万的报税员却发现，他们的工作和收入都受到了威胁。

这位商业人士的经历生动地反映了经济体系发生的巨大变化。技术让消费者受益的同时，也创造了巨额的财富，但只有少部分群体能从新的产品和服务中获得大部分的收入。就像在20世纪90年代已经习惯用卤化银冲洗照片的化学家一样，人工报税员与机器的竞赛也会有一个艰难时刻。技术的进步把他们变成了弱势群体，这不仅仅是相对于获胜者来说的，还与他们在传统技术背景下工作所得到的收入水平密切相关。

从经济学的角度来看，这里有一个关键的现实问题——创造并升级一种类似TurboTax这样的项目仅仅需要一小部分的设计人员和工程师就可以了。但正像我们在第4章中看到的，运算法则一旦被数字化之

后，它们就可以以几乎零成本的代价被复制并传播到数百万使用者的手里。由于软件已经成为各个行业的核心，因此，这种类型的生产流程和这种类型的公司将如雨后春笋般覆盖整个经济体系。

一个大馅饼的一小块

当你把这种类型的案例扩大到整个经济体系会发生什么呢？会有更大的状况发生吗？让我们用数据来说话。

在1983年—2009年，美国人总体变得富有起来，因为他们资产的整体价值增长了。然而，正像经济学家埃德·伍尔夫（Ed Wolff）和西尔维娅·艾勒格莱特（Sylvia Allegretto）所观察到的，在收入分配体系中，处于底层80%群体的财富实际上是下降的。拿一个群体来说，处于顶层20%的美国人的财富增长不是100%，而是超过了100%。他们所获得的不仅包括经济体创造的数万亿美元的财富，还包括从底层80%群体中转移到他们身上的额外财富。这些财富的分配，即使在相对富裕的群体中也是极其不平衡的。美国财富增长的80%都被5%的顶层人士所瓜分，而1%的顶层人士获取了这部分增长财富的50%还要多，当然我们还可以依次类推出更加细化的财富分配图谱。有一个经常被引用的例子，从沃尔玛的创始人山姆·沃尔顿（Sam Walton）创业一直到2010年时，其财富的6位继承人[注]所获得的财富比在美国收入分配体系中处于底层的40%的群体所获得的净财富还要多。这在某种程度上反映出，在美国有1300万家庭的净资产是负值。

和财富相同，收入的分配也出现了转移。在1979年—2007年，1%的顶层人士的收入增长了278%，而在收入分配体系中处于中间层次的那些人收入只增长了35%。在2002年—2007年，美国1%的顶层人士获得了超过65%的收入。根据《福布斯》的数据分析，在2013年，最富有的400个美国人的财富达到了创纪录的2万亿美元——比2003年增长了一倍还多。

总之，自1979年以来，中位数收入几乎没有什么增长，而从1999年以来实际上还是下降的。但那不是因为美国的收入或生产率的增长已经停滞了；正像我们在第7章看到的，GDP和生产率的增长还是让人印象深刻的。相反，这种发展趋势反映了一个明显的分化现象——有一些人抓住了增长的收益，而另一些人没有抓住。

如果你把平均收入和中位数收入比较一下，就能很容易看出来，正常情况下，平均收入（全部收入除以所有人口）的变化和中位数收入（在收入分配体系中中等阶层的收入水平——有一半比他们收入多，另一半比他们收入少）的变化有着很大的不同。而在最近一些年，这种趋势已经明显分化了，正像图9–1所显示的。

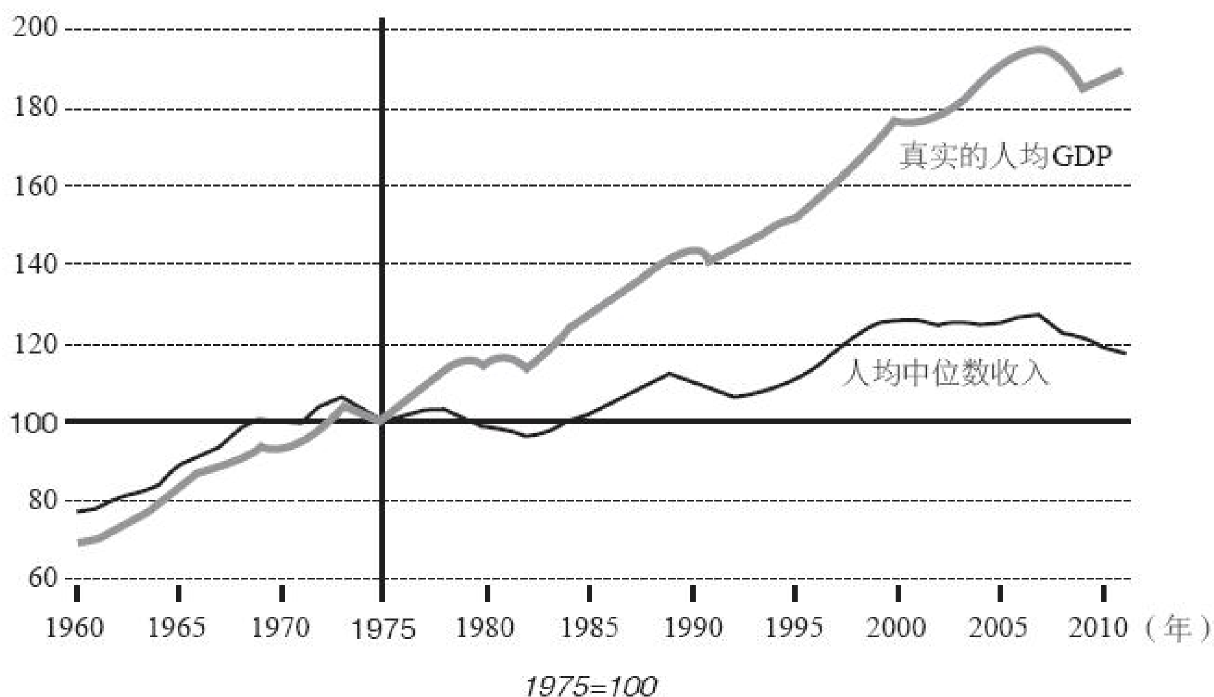


图9–1 真实的人均GDP vs.人均中位数收入

这是怎么发生的呢？让我们来思考一个简单的例子。有10位银行职员在一间酒吧里喝啤酒。他们每个人一年能够挣到3万美元，因此，他们几个人的平均收入和中位数收入都是3万美元。这时走进来一位首席执行官，他也点了一杯啤酒。现在，他们这个群体的收入立刻飙

升，但中位数收入却没有发生变化。一般情况下，收入水平越不平衡，平均收入就越偏离中位数收入。这种情况不仅发生在我们假设的酒吧里，在整个美国也是这样。

总的说来，在1973年—2011年，中位数的计时工资几乎没有什么变化，每年的增长率仅仅为0.1%。相比较来看，正像我们在第7章讨论的，在同样这段时期，生产率的增长速度是平均每年1.56%，而在2000年—2011年又进一步增长到每年1.88%。生产率大部分的增长，都直接转变成平均收入水平的相应增长。中位数收入水平的增长之所以如此低，主要是由增长的不平等引起的。

---

1. 此处原书疑有误，实际情况是：1992年山姆去世。按照遗嘱，他的股份分给了妻子、三个儿子和一个女儿。沃尔顿家族5人于2001年包揽了《福布斯》全球富翁榜的第7至11位，5人的资产总额达到931亿美元，比世界首富比尔·盖茨高出344亿美元，成为世界上最富有的家族。——译者注

赢家和输家的三个对比[注]

过去的数十年里，在税收政策、海外竞争、积习难改的政府浪费以及华尔街的欺诈等方面，我们已经看到了诸多改变。但当我们看一下数据和相关研究，却发现所有的这些都不是增长不平等的主要驱动因素。主要的驱动因素反而是技术领域指数级的增长、数字化的进步和组合式创新，它们共同不断地夯实我们经济体系的根基。这样的结论是有一定的事实支撑的——大多数发达国家也出现了同样的发展趋势。比如，瑞典、芬兰和德国在过去的二三十年里，收入不平等实际上比美国扩大得还要快。虽然在这些国家早先的收入分配体系中不平等的现象并不多见，而且和美国相比也一直是相对平等的，但之后在世界范围内出现了大体相似的基本发展趋势，而且有时这种发展趋势在不同的制度、政府政策和文化背景下更会凸显出来。

正像我们在早先出版的《与机器竞赛》（*Race Against the Machine*）一书中所讨论的，这种结构性的经济变化创造了赢家和输家的三个交集。[注]结果，并不是每个人所获得的经济蛋糕的份额都在增长。前两批赢家——也就是高技能劳动者和超级明星，是那些积攒了大量良性资本的群体。这些资本有可能是非人力资本（比如设备、组织架构、知识产权或金融资产），也可能是人力资本（比如培训、教育、经验和技术）。像其他形式的资本一样，人力资本是一种能够产生收入流的资本形式。一位技能超群的水管工往往要比一位非技术劳动者的年收入要高，即使他们的工作时间相同。第三类赢家由我们身边的超级明星组成，他们往往具备非凡的天分或者能得到幸运之神的光顾。

在每一个群体里，数字化技术更能够增加赢家的薪水和报酬，而其他因素却不是根本的，因此能从中获取的福利并不多。赢家所获得的整体福利比其他所有人失去的还要多。这反映了我们早先讨论到的一个事实：生产率和总的收入在整体经济中都发生了增长。这个好消息并不能给那些收入水平落在后面的群体带来些许慰藉。有时候，不论收益有多么大，也总是集中在相对比较小的群体之中，而让大多数人们的生活变得比以前更糟。

---

1. 在这本书中，作者用赢家和输家分别指代第二次机器革命浪潮之中的获利者和失利者，不过这里的获利和失利只是相对而言的。同时，作者用明星和超级明星指代第二次机器革命时代的顶级获利者。——编者注
2. 在《与机器竞赛》这本书中，作者写道：“技术对失业的威胁是真实存在的。为了理解这种威胁，我们将阐释技术变化所创造的赢家和输家的三个交集：一是高技能劳动者vs.低技能劳动者，二是超级明星vs.其他所有人，三是资本vs.劳动力。”——译者注

技能型技术变革

经济学家用来解释技术影响的最基本模式可以被看作一只可以衡量其他任何领域的简单的倍增器，这只倍增器所衡量的生产率增长对所有人来说都是平均的。这种模式是可以用数学方程式来描述的，它常常用于入门级的经济学课程之中；它给一般人的直观印象是（近期这种发展趋势越来越明显），技术进步与崛起的浪潮能够轻松托起所有“船只”，能够提升所有劳动者的生产效率，进而能够创造更多的价值。由技术作为倍增器，一个经济体是能够以相同的投入创造出更多的产出的（包括劳动力），而且在这个基本模式中，所有劳动力受技术的影响都是平等的，这也就意味着每一位劳动者每小时所创造的价值都要比过去多。

还有一种稍微复杂些的模式会把“技术可能不会平等地影响到所有投入因素”这种可能性纳入考量范围，更确切地说，这种模式会更倾向于考量其中一些因素，而对另一些因素却避而远之。尤其是在最近的几年，随着像薪资管理软件、工厂自动化、计算机控制机器、自动化存货管理和文字处理等技术被用于日常工作，办公室文员、工厂工人以及从事机械式信息处理加工工作的人员的很多工作都被替代了。

相比较来说，像大数据分析、高速通信和快速成型等技术则放大了更加抽象的数据分析与推理因素，进而增加了工程师们的设计和创造价值。这种技术的发展所带来的实际效应是，降低了对低技能劳动力的需求，而相应增加了对高技能劳动力的需求。经济学家们，包括戴维·奥特尔（David Autor）、劳伦斯·卡茨（Lawrence Katz）、阿兰·克鲁格（Alan Krueger）、弗兰克·列维、理查德·莫尼恩、德隆·阿西莫格鲁（Daron Acemoglu）以及很多其他经济学家，都在认真撰写文章

研究这种发展趋势——他们称之为技能型技术变革。从定义上看，技能型技术变革对人力资本更加看重。

技能型技术变革所带来的效应可以在图9–2中生动地看到，这张图所基于的是麻省理工学院经济学家德隆·阿西莫格鲁和戴维·奥特尔的研究论文。这些曲线给我们讲述了一个最近几代数百万劳动者大分化的故事。在1973年之前，美国劳动者一直在享受着工资的快速增长。生产率向上增长的趋势让每个人的工资都出现了增长——不论他们的教育水平如何。然后是严重的石油危机和20世纪70年代的大萧条的发生，逆转了所有人的收入水平。在那之后，我们开始看到日渐严重的收入分化。到20世纪80年代初，那些拥有大学学历的人们又开始看到他们的收入增长了。与此同时，那些没有大学学历的劳动者却面临着不受劳动力市场欢迎的尴尬境地。他们的工资水平开始停滞，而如果他们是高中辍学生，实际还发生了下降。个人计算机革命开始于20世纪80年代初期也并不是一种巧合，在1982年，《时代周刊》将“年度机器”称号冠于个人计算机。

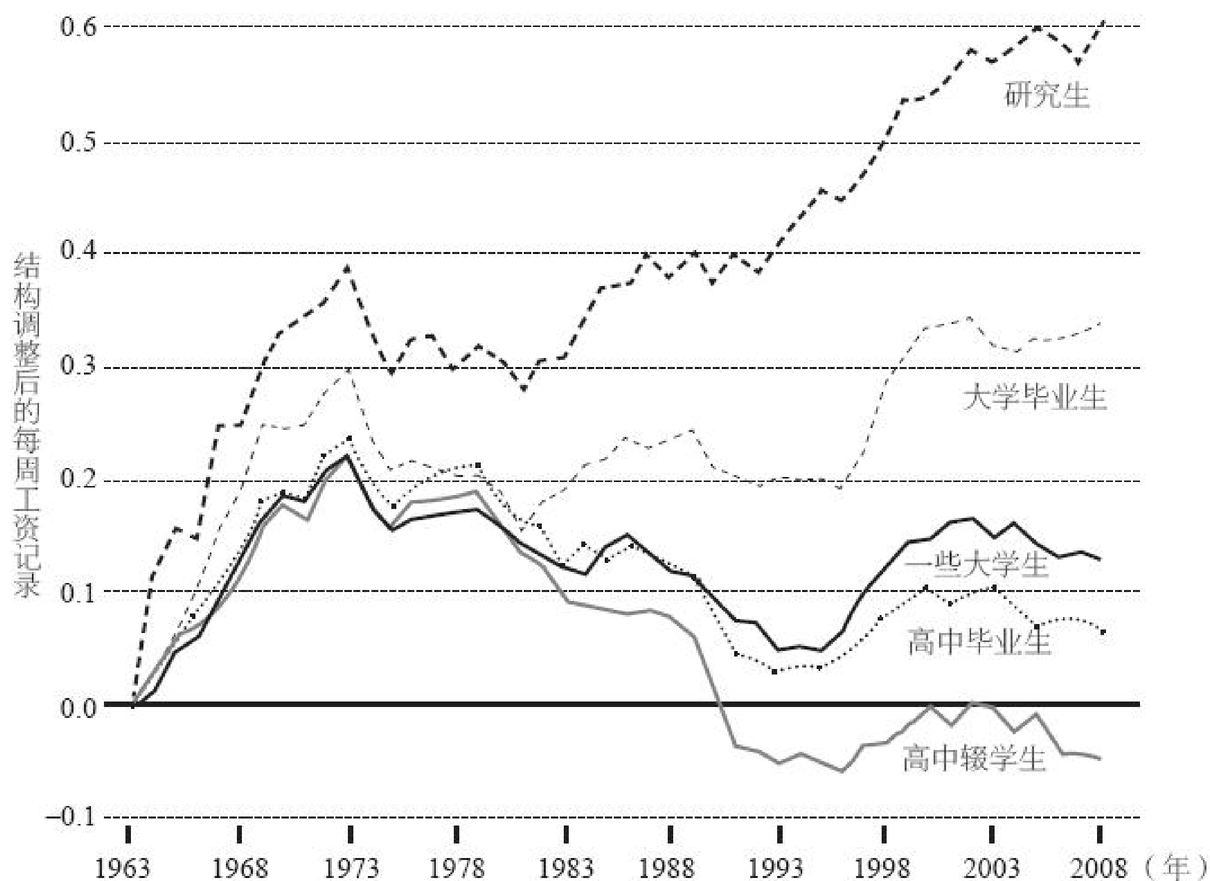


图9–2 1963年—2008年，美国男性全职劳动者全年工资水平

当我们考虑到这段时期大学毕业生的人数在迅速增长时，这个故事的经济情节甚至显得更加引人注目。从1960年—1980年，大学入学人数翻了一番还多，从758000人增长到1589000人。也就是说，有教育背景的劳动力人口出现了大幅增长。一般说来，供应增加会导致价格下降。在这种情况下，大学生和研究生蜂拥进入劳动力市场应该会促使他们的工资水平下降，但这种情况并没有发生。

一边是供应的增加，另一边是更高的薪水，这两者的结合意味着对高技能劳动力的需求要比劳动力的供应增长得更快。与此同时，对高中辍学生能从事的工作的需求却迅速下降，以至于市场对这类劳动力的需求迅速饱和——虽然他们的工资级别和待遇也在降低。

对低技能劳动者需求的减少意味着，市场只能为那些还在持续争夺低技能工作机会的劳动者提供前所未有的低工资。而且因为拥有最低教育背景的大部分人的工资是全社会最低的，所以这种变革加剧了整体收入的不平等。

适应数字化技术：公司组织架构的重组和再造

虽然机器与人之间一对一的替代有时会发生，但对企业文化进行更广泛的重组甚至是一条比技能型技术变革更重要的路径。埃里克与斯坦福大学的蒂姆·布雷斯纳汉（Tim Bresnahan）、沃顿商学院的洛林·希特（Lorin Hitt）和麻省理工学院的杨信奎教授共同研究发现，在很多公司对决策权威、激励体系、信息流、招聘体系以及管理、组织流程的其他方面进行重组的过程中，数字化技术会发挥很大的作用。这种组织和技术的结合对公司的再造不仅使生产率大幅提高，也促使公司对教育程度更高的劳动者的需求增长，同时降低了对低技能劳动者的需求。这种生产的重组不但会影响那些工作与计算机密切相关的劳动者，也会影响那些看起来好像与技术毫不相关的劳动者。例如，一位设计风格老道、前卫的设计师可能会发现，如果她能借助便利的计算机设备和数字化技术使公司一直引领最新设计潮流，那么公司就会对她青睐有加；而一位机场售票员也可能会发现，他的工作正在被各类售票网站所代替——对这一切他既一无所知，又无可奈何。

在这些被研究的行业中，对计算机技术的每1美元投资都能刺激超过10美元的对组织资本的填补式投资——或者是对培训、聘用和商业流程的重新设计方面的填补式投资。组织的重组通常可以削减很多日常工作——比如重复的订单登记，公司只需要保留少量与判断、技能和培训密切相关的工作就能正常运转。

对信息技术投资规模最大的公司，通常其组织变革的规模也是最大的，但它们要想全面看到变革所带来的收益，一般会经过5~7年的时间。在这一变革的过程中，这些公司对高技能工作的需求相对于低技能工作也是增长最多的。这种收益时间的延迟也说明，公司的管理者和普通员工要在这一段时间内找到使用技术的新方法。正像我们在前

面章节里所谈到的电气化和工厂改造一样，如果公司仅仅是简单的“穿新鞋走老路”，而不去重新思考公司在使用新技术过程中如何对组织架构重新设计和调整，那么公司就不会获得很大的收益。创造能力和组织再造是数字化技术投资的关键所在。[注]

这就意味着，使用新技术最好的方式通常不是简简单单地用机器来代替人工，而是对生产流程的重新设计和调整。毋庸置疑，在这一过程中，一些劳动者（通常是低技能劳动者）会被生产流程淘汰，而另一些劳动者（通常是那些接受过更多教育和培训的劳动者）会更受到青睐，可以预料的是，公司的工资结构也会受到影响。与那种简单的对传统工作的自动化相比，这种组织的重组需要企业家、管理者和普通劳动者更多的参与创造，因此在新技术被创造出来和引进之后才需要花费很多时间去实施和实现。但一旦这种变革发生，就会为生产率的提升贡献出最大的份额。

---

1. 这重复了先前章节中讨论到的电气化的生产效率。对数字化技术而言，只有在工厂的组织架构被改造之后，最大化的收益才会出现。在这种情况下，即使那些不直接使用新机器的工人也会受到很大的影响。

计算机与数字化技能的进化

当公司重组时，如果我们认真看一下那些被淘汰的工作，会发现技能型技术变革有一定的误导性。尤其是，如果认为所有大学水平的工作很难被自动化，而幼儿园水平的工作就很容易被自动化，那将是一个错误的看法。从最近一些年看，低技能的工作并不总是被自动化的，常常被自动化的是那些机器比人工做得更好的工作。当然，这样说有些啰唆，但这种啰唆却是非常有必要的。装配线上的重复工作要比一个门卫所从事的工作更容易被自动化。日常的办公室工作，像处理付款要比处理消费者的问题容易得多。在现阶段，机器人还不擅长爬楼梯、从地板上捡曲别针，或者读懂一位很受挫折的消费者脸上的表情。

为了辨识这种区别，我们麻省理工学院的同事德隆·阿西莫格鲁和戴维·奥特尔的研究结果建议，要把工作分成一个二阶矩阵，即：认知类的工作（类似脑力类的工作）vs.体力类的工作，程序性工作vs.非程序性工作。他们发现，对程序性工作的需求已经大幅下降，不论这种工作的性质是认知性的，还是体力性的。这种状况导致了工作的两极分化：对中等收入的工作需求急速下降，而对非程序性的认知类工作（比如财务分析）和非程序性的体力类工作（像美发工作）需求相对旺盛。

在阿西莫格鲁和奥特尔研究工作的基础上，杜克大学的经济学家尼尔·杰莫维切（Nir Jaimovich）和不列颠哥伦比亚大学的亨利·休（Henry Siu）发现，在工作两极分化和失业型复苏之间有一种联系，这种联系很好地解释了最近发生的三次经济萧条。在19世纪和20世纪的大部分时间里，就业市场通常在每次萧条之后强烈反弹，但自从20世纪90年代，就业市场就无法在萧条之后迅速恢复了。还有，当计算

机化的经济发展模式逐渐深化，后经济萧条时代的雇用模式也随之发生了变化，这绝对不是一种巧合。在杰莫维切和休对比了20世纪80年代、90年代以及21世纪初的就业市场之后，他们发现对于程序认知类的工作（比如出纳、邮局职员、银行柜员）和程序体力类的工作（比如机器操作工、泥瓦工、裁缝）需求不仅是下降的，而且还出现了加速下降。这些工作在1981年—1991年下降了5.6%，在1991年—2001年下降了6.6%，而在2001年—2011年下降的幅度更是达到了11%。相比较来看，非程序性的认知类工作和非程序性的体力类工作在这30年时间里都出现了增长。

一般说来，与公司高层交谈能够帮助我们了解这种就业模式的变化。几年前，我们曾与一位首席执行官进行过一次非常坦率的交流，他解释说，他在十多年之前就知道，信息技术的进步会导致很多程序性的信息处理工作变得多余。但当公司的收入和利润都在增长时，一般也不会或者很难削减这些多余的工作岗位。而当萧条来临时，公司再像以前那样运营就难以为继了，这时公司就要面临一轮痛苦的公司调整和对员工的解雇。当萧条终结，利润和需求恢复之后，那些程序性的工作却很难恢复了。就像这些年里的很多公司一样，他的公司也能通过使用技术而不是增加员工数量来保持公司的发展。

正像我们在第2章中所看到的，这种情况有些像莫拉维克悖论，我们每天使用的感觉能力和运动技能都需要很高的精确度和复杂性。数百万年以来，人类的进化赋予了我们数十亿的神经元，以敏锐地辨识一位朋友的面孔，区分不同类型的声音，进行更恰当的动作控制。相比较来说，与更高级的思维（比如运算或逻辑）相连的抽象推理是相对现代的技能——它仅仅有数千年的发展历程。它通常仅仅需要简单的软件以及更低级的计算能力就能够模仿，而且这种模仿在处理一些任务时甚至可以超越人类的能力。

当然，正像我们在整本书中所看到的，机器并不适合处理一系列的任务。它正在持续不断地“进化”，就像我们使用的“计算机”这个词语已经从此前指的是一份工作“进化”成指的是一种机器设备。

在20世纪50年代初，人们“教”机器下跳棋，很快机器就击败了富有声望的专业棋手。1956年1月，赫伯特·西蒙（Herbert Simon，经济组织决策管理大师，诺贝尔经济学奖获得者）重回学校课堂授课时对他的学生们说：“在圣诞节期间，阿尔·纽威尔（Al Newell）和我发明了一台能够思考的机器。”三年之后，他们开发了一个名叫“一般问题解决器”（General Problem Solver）的程序，被设计用来解决符合标准规则的任何逻辑问题。它在解决一些简单的问题方面，比如井字游戏（Tic–Tac–Toe，又称三连棋）或者稍微难一些的汉诺塔游戏（Tower of Hanoi，又称河内塔）时做得比较出色，但由于可能选项的组合式展开问题没有解决，所以它不能扩展到解决大部分的现实问题。

受他们早期成功研究成果的鼓舞，还有一些人工智能研究先驱，比如马文·明斯基（Marvin Minsky，美国人工智能领域的科学家，麻省理工学院人工智能实验室的创始人之一，著有几部人工智能和哲学方面的作品）、约翰·麦卡锡（John McCarthy，他在1955年的达特茅斯会议上提出了“人工智能”这个概念，被称为“人工智能之父”）和克劳德·香农（Claude Shannon，信息论及数字通信时代的奠基人），以及西蒙和纽威尔，他们都对机器能够迅速掌握人类的技能充满乐观的信心，他们甚至早在1958年就预测，电子计算机将会在1968年成为国际象棋冠军。在1965年，西蒙甚至预测：“在20年之内，机器将能够做人类所能做的所有工作。”

西蒙在1978年荣获了诺贝尔经济学奖，但他关于国际象棋冠军的预测却失误了，更不用说对“机器可以做人类所能做的所有的工作”的预测了。他的失误之处更多的是对时间的预测，而不是对最终结果的预测。在西蒙做出预测之后，根据Elo象棋评分系统[注]的测评，计算

机象棋程序每年能够提高40分。在1997年5月11日，也就是西蒙做出预测40年之后，IBM公司的一台叫作“深蓝”的计算机在经过6场比赛之后，击败了国际象棋世界冠军加里·卡斯帕罗夫。到今天，已经没有人可以击败中等水平的计算机象棋程序了。事实上，到2009年，计算机软件和硬件系统发展得如此迅速，以至于现在我们的个人计算机，甚至是手机上，都安装了此类象棋软件，而且其Elo象棋评分系统的测定都达到了2898分，完全能够在国际象棋比赛中击败堪称顶级的人类选手。

---

1. Elo Rating System，以发明人阿尔帕德·埃洛（Arpad Elo）的名字命名，用来计算国际象棋选手的比赛积分和排名。Elo排名体系是一个非常著名的排名制度。——译者注

劳动力和资本：谁的收益最大

技术不仅在掌握着不同规模人力资本的拥有者中间创造了赢家和输家，它也在改变着国民收入的分配方式，即在实体资本的拥有者和劳动力之间（像工厂所有者和工厂的普通劳动者，也就是传统意义上的生产投入要素）的分配。

当富士康的创始人郭台铭购买了3万个机器人在位于中国的工厂里工作时，他是在用资本替代劳动力。同样，当一套自动的语音响应系统取代了人工呼叫中心接线员时，整个运转体系的资本会出现增长，而劳动力相应就减少了。企业家和管理者都需要持续不断地做出这种类型的决策，评估每一类投入的相对成本，以及产出的质量、可靠性和复杂多样性对公司运转所产生的效应。

据罗德尼·布鲁克斯推算，我们在第2章提到的Baxter机器人的使用成本大约是每小时4美元，包括所有的成本。正像我们在这一章开始时所讨论的，等到Baxter也能同样完成之前的企业主雇用人工所能做的工作时，只要人工成本超过了每小时4美元，那么经济的刺激作用就会促使他们以资本（Baxter）来代替劳动力。在这种情况下，如果产出保持不变，而且假设在公司的设计规划、管理或销售中没有新的雇员加入，那么资本与劳动力投入的比率将会增加。[注]

可以想象，在Baxter之类的机器人真正到来之时，对普通劳动者薪酬的影响也会呈现向上或向下的变化。如果一些劳动者的工作和机器人可以替代的工作非常接近，那么他们的薪酬就会面临向下的压力。如果摩尔定律和其他技术进步因素能够促使未来新版Baxter的使用成本达到每小时两美元，然后下降到每小时一美元（甚至还会继续降低），而且机器人所能操作的工作任务种类和复杂程度都在增加，

那么这些劳动者的情况就会变得更加糟糕。然而，经济理论也支持另外一些劳动者收入增长的可能性。尤其是如果他们的工作对技术类的工作有填补作用，那么对他们的服务需求就会增长。另外，当技术进步使劳动生产率获得了增长，雇主也能够承担给每一位劳动者提高劳动报酬的压力。在某些情况下，这会直接从更高的工资和更好的福利上反映出来。而在另外一些情况下，产品和服务的价格下降了，由于劳动者每一美元购买的产品和服务也增加了，所以他们的实际工资也相应增长了。随着生产率的提升，每个人的总产出都会增长，但普通劳动者所获得的收入既有可能下降，也有可能上升，而其余份额将归资本所有者拥有。

当然，几十年来（如果不是几个世纪），几乎每一种经济体系都是通过技术手段来达成用资本代替劳动力的目标。19世纪中期的自动脱粒机取代了超过30%的农业劳动力，而在整个20世纪，工业化一直在持续发挥着前进的动力。19世纪的经济学家，像卡尔·马克思和大卫·李嘉图（David Ricardo）都预测，机械化的经济体系将会促使工人的处境更加恶化，最终逼迫他们只能获得维持生存的工资。

那么实际上，资本和劳动力的相对份额发生了什么变化呢？从历史上看，尽管有着在生产技术方面的变化，劳动力在整体GDP中所占的份额一直保持着令人吃惊的稳定——至少直到最近。结果，工资和生活水平出现了大幅提高，基本上与生产率的提高保持同步。这部分反映出在人力资本增长的同时，经济体中的设备和公司建筑设施等也出现了明显的同步增长。戴尔·乔根森和他的同事们推测，美国经济中所有的人力资本总规模——根据其经济价值来衡量，是实体资本价值的10倍。最终的结果是，在实体资本所有者得到收益的同时，普通劳动者也能从公司的利润、红利和资本收益中获得报酬。

图9–3显示的是，在过去10年里，劳动力在收入中所占的份额和实体资本之间始终不变的区分看起来好像要走向终结了。正如苏珊·弗莱

克（Susan Fleck）、约翰·格拉泽（John Glaser）和肖恩·斯普瑞格（Shawn Sprague）在《劳动评论月刊》（*Monthly Labor Review*）中所注意到的："在1947年—2000年，劳动力份额平均是64.3%。"在美国，劳动力占GDP的份额在过去的十几年时间里一直呈下降趋势，在2010年第三季度跌落到它的最低点——57.8%。而且，这也是一个全球现象。芝加哥大学的经济学家卢卡斯·卡拉巴布尼斯（Loukas Karabarbounis）和布伦特·内曼（Brent Neiman）发现："自从20世纪80年代初，全球劳动力份额已经出现大幅下滑，而且这种下滑发生在大多数国家和大多数行业。"他们认为，这种下降可能源于信息时代的技术因素。



图9–3 工资占GDP的份额vs.公司利润占GDP的份额

劳动力份额的下降，部分是由于我们已经注意到的两种发展趋势的影响和后果：参与工作的劳动力减少了，而那些还在工作的劳动力工资也比以前更低了。结果，虽然在过去劳动力报酬和生产率一直是相继出现增长的，但在最近一些年，它们之间的鸿沟扩大了。

如果生产率在增长，而劳动力作为一个整体并没有在攫取价值，那么谁攫取了价值？在很大程度上说，是实体资本的所有者。虽然美国经济陷入下滑的泥淖，但不论是从绝对数值上看（1.6万亿美元），还是从所占的GDP份额上看（从1960年—2007年的平均20.5%上升到2010年的26.2%），去年的利润也达到了历史的高点。与此同时，正像凯思琳·马迪根（Kathleen Madigan，《经济大观》专栏的主要撰稿人）观察到的，在固定设备和软件方面的实际支出却飙升到了占GDP的26%，而劳动者的工资支出却基本上保持持平。

而且，劳动力在GDP中所占份额的暴跌实际上也说明，传统意义上的劳动者的境况已经出现了恶化。劳动力报酬的官方评估数据也包括少数超级明星（包括媒体、金融、体育行业的大腕和公司高层管理人员）飙升的薪酬。而且，让人匪夷所思的是，首席执行官和其他高级管理者获取的所有报酬都来源于他们的“劳动”收入。这可能也反映出了他们的交涉能力——哈佛大学法学院教授卢西恩·别布丘克（Lucian Bebchuk）等学者所持的就是这种观点。从这种意义上看，如果认为首席执行官们的收入飙升是由于他们控制了资本，而不是付出了劳动（也不一定没有付出劳动），还是有一定道理的。

虽然资本占国民收入份额的增长是以劳动力为代价的，但经济理论未必就能预测出这种发展趋势是否会持续下去——即使机器人和其他机器正在替代越来越多的人类工作。对资本份额的挑战不仅仅来自不同的劳工组织和个人（比如说首席执行官们和工会组织）的交涉能力，具有讽刺意味的是，还来自其他资本。在自由市场经济体制下，最大一块的额外资本是要投到资本投入量最不足的生产中的。在一个资本可以被以相对较低的成本（想一下计算机芯片或者甚至软件）进行复制的世界里，资本的边际价值是倾向于下降的——即使在整体经济有更多的资本会被使用。当新的资本的边际价值在缓慢增加时，实际存在的资本价值是被挤压下降的。因此，资本所有者所获得的收益

相对于劳动力来说，并不是自动增长的。相反，他们的收益份额将取决于生产、配售和管理运营体系的整个流程。

最重要的是，投入回报的多少将取决于哪些生产投入是最稀缺的。如果数字技术可以以低成本的代价替代普通劳动者的工作，那么在这个节点上要成为一位普通劳动者并不是个好时机。但如果数字技术也能替代更多的资本，这时资本所有者也是无法期待获得高额回报的。那么，在第二次机器革命时代，哪些资源是最稀缺和最有价值的？这一问题的提出促使我们把讨论的重点放在接下来的一对赢家和输家身上，即：超级明星vs.其他所有人。

---

1. 这种效应对整体经济的影响取决于其他公司如何做出反应。设计和制造机器人的公司成本投入可能会增加，这取决于这些公司资本密集的程度；在整体经济中，资本和劳动力的比率可能会增长或降低，也可能保持不变。我们将在第12章中详细地讨论这些影响。

第10章 赢家通吃的市场：数字化时代的生存逻辑

“一台机器可以做50个普通人的工作，却没有任何机器可以做一个拥有特殊技能的人的工作。”

——阿尔伯特·哈伯德（Elbert Hubbard）

美国著名出版家和作家、《把信送给加西亚》一书作者

我们已经看到，技能型的技术变革使得对接受过高等教育劳动者的需求相对增加了，而对教育程度较低的劳动者的需求相对减少了——这些劳动者通常只从事程序认知性的和体力类的工作。鼓励以实体资本代替劳动力的资本型技术变革提高了资本所有者的赢利水平，同时减少了劳动力在收入中所占的份额。在以上各种情况下，我们都会看到赢家相对于输家获益的增长。但在所有的变革之中，最大的改变来自赢家和输家之间的第三个差距：一个领域的超级明星和其他所有人之间的差距。

技术变革引起的收入不平衡

我们先探讨一下人才型技术变革。注在很多行业，第一和第二之间的差别堪称天壤之别。正像一个备受争议的耐克广告所宣传的，“你不是赢得了银牌，而是输掉了金牌”。注当赢家通吃的市场变得更加重要，收入不平等更会突显出来，因为顶层劳动者的收入和中间层的收入将会大大拉开。

如果拿接受过大学教育和没接受过大学教育的人们之间，以及资本所有者和普通劳动者之间的工资差距和顶层收入者之间的差距相比的话，那肯定是相形见绌。正像前些年（2002年—2007年）表现出来的，处于顶层的1%的人士获取了美国经济增长利润的2/3。那么，谁是这1%的人群？他们并不是全部在华尔街。芝加哥大学的经济学家史蒂夫·卡普兰（Steve Kaplan）发现，他们大多数在其他行业：集中在媒体、娱乐、体育和法律行业——或者他们是企业家和高层管理者。

如果这1%的顶层人士算得上是某类明星，那么他们之上还有超级明星——他们的获利水平增长得更快。在美国，1%的顶层人士所获得的收入占到全部收入的19%，在这1%的顶层人士之中又有1%（或者说是0.01%的最顶层人士）于1995年—2007年在整个国民收入中的份额发生了成倍的增长——即从占比3%增长到占比6%。这一比例水平差不多相当于第二次世界大战和20世纪70年代末期0.01%的最顶层人士的收入水平的6倍。也就是说，0.01%的最顶层人士现在在1%顶层人士中所占的收入份额，要比1%的顶层人士从整个美国经济所获得的份额还要大。因为当报道一小部分人的数据时，是很难匿名的，因此，要想从收入水平比0.01%的最顶层人士还要高的人士那里获得可信的数据还是很困难的。最终算起来，有超过135万个家庭的平均收入是112

万美元，0.01%的最顶层人士代表的是14588个家庭，每个家庭的收入超过了11447000美元。[注]但证据显示，收入的差距仍然呈现出很多不确定性的特征，超级明星的每个小团体都要眼睁睁地看着更加超级的明星把收入差距拉开。[注]

---

1. 如果你是一位悲观者，你可能会叫它幸运型技术变革。
2. 1996年耐克在亚特兰大奥运会的广告惹来争议，当时的宣传口号“你不是赢得了银牌，而是输掉了金牌”，引来不少人，包括多位前奥运银牌及铜牌得主的猛烈批评。——译者注
3. 在2011年，年收入超过367000美元的家庭可以跻身于全美国收入最高的1%家庭行列之中，但当然，这1%家庭的平均收入要大大高于这个最低值。
4. 这具备了幂律分布的特征，我们会在本章的后面部分谈到。

超级明星在赢家通吃的经济中如何获益

在前面的章节里，我们看到Intuit的报税软件TurboTax能够自动地处理报税任务，一台机器完全可以完成成千上万个报税员所能做的工作。这是一个用技术来自动化程序信息处理工作的例子，也是一个资本替代劳动力的例子。但最重要的是，它是一个“超级明星经济”运转的例子。Intuit的首席执行官去年得到了400万美元的薪酬，而这家公司的创始人斯科特·库克（Scott Cook）已经是一位亿万富翁。同样地，创建Instagram的那15个人也不需要多少非技术类的助手，却能撬动很多有价值的实体资本。最重要的是，他们能凭借自己的天赋以及便捷的服务，通过锁定目标客户群体获得巨大的收益。

其他行业顶层的运作者也看到了他们财富的增长。《哈利·波特》系列作品的作者J.K.罗琳（J.K. Rowling），是世界上第一位在不擅长创造超级财富的行业里成为亿万富翁的作者。美国乔治梅森大学的亚历克斯·塔巴洛克（Alex Tabarrok）在比较罗琳的成功时描述说：

荷马、莎士比亚和托尔金（全名为John Ronald Reuel Tolkien，牛津大学古英语学家，著名作家，著作有《哈比人历险记》、《魔戒》与《精灵宝钻》）所获得的收益都很少。为什么呢？想一想荷马，他讲了很多伟大的故事，但他在一个晚会上所得到的报酬不会超过比如说50位听众付给他的酬劳。莎士比亚要稍好一些，环球剧场能够容纳3000名观众，而且莎士比亚不像荷马，他不用站在剧场中间就能获益——仅靠其文字就能发挥着很大的影响力。

J.R.R.托尔金的文字也能发挥进一步的影响力。通过出售图书，托尔金在一年时间里可以把书卖到数十万，甚至是数百万的读者手中——比莎士比亚一场戏剧在400年时间里的所有观众都要多。而且书的

生产成本要比剧场演员的费用低得多，这也就意味着托尔金所获得的收益大大超过了莎士比亚。

而技术通过数字化和全球化极大地增强了像罗琳这样的作者施展天赋的能力。罗琳讲的故事既可以通过电影和视频游戏呈现，也可以通过文字的形式呈现出来，但这些形式中的每一种，包括其原版书，都能够以极低的成本在全球传播。她和其他超级明星级的故事作者，现在可以通过很多渠道和各种版本把自己的作品传播给数十亿的客户群体。

通常情况下，当数字技术的发展与进步使得数字化产品的吸引力越来越强时，各种不同市场的超级明星就会看到他们收益的大幅提升，而处于第二梯队的人们将会发现很难与之竞争。自从20世纪80年代，在音乐、体育和其他领域顶层的运作者就发现他们的触角伸长了，收益也相应提高了。

与此同时，在内容产业和娱乐行业的机会却没有出现大的增长。在应用程序枝繁叶茂的经济体系中，只有4%的软件开发人员收入达到100万美元。有3/4的软件开发人员年收入不足3万美元。虽然有相当数量的作家、演员或者棒球运动员成了百万富翁，但在他们之中有更多的人挣扎在生存线上。

奥运会上一位金牌获得者能够获得数百万美元的奖励和支持，而银牌运动员——更不用说比赛名次排在第10名或者第13名的选手了，很快就会被忘记了，即使他们之间的不同很可能就是0.1秒的差距，或者是一阵风、一次球的幸运弹跳。

现在，即使是顶层的管理人员也可以如摇滚歌星般获得高额的报酬。首席执行官与普通职员所获得的薪酬比率已经从1990年的70：1扩大到2005年的300：1。根据埃里克和他的学生金景熙所做的研究成果，这种增长的很大一部分是与信息技术大规模的使用相关的。这种

管理人员薪酬增长的一个合理性解释是，技术的进步使公司的规模和业务领域迅速扩大，或者是公司决策者的能力得到了极大拓展。如果管理人员能够使用数字技术来观察和分析公司遍布全球的工厂车间的生产活动，并对优化某一生产流程提出明确的建议和指导，而且还能确保这种建议和指导能够切实地贯彻执行下去，那么决策者们的价值就会提升。通过数字技术的直接管理，会使一位优秀的管理者比传统时代通过一长串的下属进行分散控制的管理者，或者只能影响小规模生产活动的管理者更具有价值。

直接的数字化管控也使得雇用最出色的管理者，比雇用二流的管理者更加重要。如今的公司随时都在准备为最出色的管理执行人员提供额外的薪酬，理由是即使管理执行人员的素质稍微有些差别，也会给股东的收益带来巨大的影响。一家公司的市场价值越高，对于寻找最出色的管理执行人员的争论就会越引人注目。对于一家市值为100亿美元的公司来说，一个能给公司带来1%市值增长的决策，其价值就可以达到1亿美元。

在一个竞争性的市场中，即使首席执行官候选者们的才能只有很小的一点差别，也会给他们的报酬带来很大的差异。正像经济学家罗伯特·弗兰克（Robert Frank）和菲利普·库克（Philip Cook）在他们的书《赢家通吃的社会》（*The Winner-Take-All Society*）中写道的：“当一名军士犯下一个错误时，可能受损的只是一个排；但当一名将军犯下一个错误时，受损的将是整支部队。”

当相对优势带来绝对控制之时

超级明星的经济学最早由经济学家舍温·罗森（Sherwin Rosen）在1981年纳入探讨与分析。在很多市场中，在选择一种产品或服务时，购买者会倾向于选择最佳品质的产品和服务。当受能力所限或者运输成本高昂时，最佳售卖者也只能满足全球市场的一小部分（比如，在19世纪，即使是最出色的歌唱家和演员，每年最多也只能为几千人演出）。其他一些次级的售卖者，也会有他们自己的市场。但如果一种技术的进步能够让每一位售卖者廉价地复制他或她的产品或服务，而且还能以极低的成本（或者没有成本）传播到全球，那么又会发生什么情况呢？你会发现，突然之间，顶级的产品提供方能够获得整个市场了。次级的产品提供方可能也很出色，但那都无关紧要了。每当一种市场被数字化之后，赢家通吃的经济学逻辑就会变得更加引人注目。

赢家通吃的市场进入人们的视野是在20世纪90年代，当时弗兰克和库克正在撰写他们那本极具先见之明的书。他们对这些赢家通吃的市场进行了比较，在这些市场中，劳动者的报酬主要是由相对绩效决定的，而在传统的市场中，收入和绝对绩效的关系更紧密。为了理解这种区别，我们假设最出色的、工作最努力的建筑工人每天能够砌1000块砖，而排在第10位的建筑工人每天能砌900块砖。在一个运转良好的市场中，报酬能够恰当地反映出这种区别，不论它是由于效率和技能更高，还是仅仅由于工人干了更长时间。也可以说，在一个传统市场中，如果一个工人以90%的技术水平或者90%的工作努力程度创造了90%的价值，那么他就会获得90%的劳动报酬。这就是绝对的绩效。

比较来说，一位软件程序设计人员编写了一种更出色的地图应用程序——载入更快，数据更完整，或者程序的图标也更漂亮——那么，这一应用程序就有可能完全占领市场。而对排在第10位的地图应用程序来说，它几乎就没有了任何市场，即使这套程序在运转上也差不多同样出色。这就是相对绩效。当人们能够获取最出色的产品时，将不会把时间或精力花费在排名在第10位的产品身上。而且这绝对不是一种用数量弥补产品质量的情况：10个表现一般的地图应用工具也无法替代一个好的程序。当消费者更多关注的是相对绩效时，即使在技能、努力程度或者运气上稍有一些不同，也可能导致千倍或者百万倍的营收差异。2013年，市场上有很多交通导航类的应用程序，但Google只看中了一个（也就是Waze），它花费了10亿美元购买了这一应用程序。

为什么赢家通吃模式能占领市场

为什么赢家通吃的市场现在如此普遍？主要是由于生产和流通领域的技术变革，尤其是以下这三种类型的变革：

（1）信息、产品和服务的数字化变革愈演愈烈。

（2）交通状况得到了一定程度的改善，通信技术则出现了大幅提升。

（3）网络及其标准化应用的重要性日益凸显。

阿尔伯特·爱因斯坦曾经说过，黑洞就在上帝能除以零的地方，而正是由于他的这句话，一些奇异的物理学研究产生了。虽然数字化产品的边际成本并不是非常接近于零的，但它已经足够接近到能产生一些奇异经济学的程度了。正像我们在第3章讨论到的，数字化产品生产的边际成本要比实体产品低很多。比特要比原子廉价得多，更不用提人工劳动了。

数字化创造了赢家通吃的市场，因为，正像上文所提到的，数字化产品的容量限制已经变得日益无关紧要。产品的生产者仅凭自己再加上一个网站，就几乎能满足成千上万的客户群体。珍娜·玛波儿（Jenna Marbles）自拍的YouTube视频《如何诱惑别人把你看作美女》（*How to trick people into thinking you’re good looking*）就是一个极其疯狂的成功例子，从2010年7月上传到网站，一周之内这段视频的点击观看量就达到了530万次。她所拍的视频在全球的观看次数甚至超过了10亿次，她也因此得到了数百万美元的报酬。每一个数字应用程序开发商——不论它的办公室有多么简陋或者员工规模有多么小，都可能

变成微型的跨国公司，而它开发的产品也能以一种第一次机器革命时代难以想象的速度呈现在全球客户面前。

比较起来，个人服务（比如护士）或者体力类工作（比如园艺工）的经济模式几乎完全不同，因为在这种模式下，每一个提供者——不论他的技能如何熟练或者工作如何卖力，也只能满足全部市场需求的一小部分。当一种市场行为从第二梯队转移到第一梯队时（就像报税软件TurboTax一样），那么经济运转模式就变成赢家通吃模式了。而且，降低价格这种拯救二流产品的传统做法，对于产品性能已经与世界一流产品相差甚远的公司来说，也毫无助益。数字化产品的经济规模巨大，能给市场领先者提供巨大的成本优势和空间，进而能从价格上击败任何利润还很可观的竞争对手。而一旦支付了固定成本，每个边际单位的生产成本就几乎可以忽略不计了。

通信业的快速发展：触角伸得更远，覆盖的群体更大

交通和通信领域的技术进步不仅使市场个体和公司的业务范围得以大大扩展，同时也促进了赢家通吃市场的形成。当很多地区级的小型市场同时存在时，在每一个市场中都可能会有一个最佳的产品提供者，这些当地市场的产品“英雄”们经常可以获利丰厚。但如果这些市场转变成一个单一的全球市场，处于顶层的“选手”就会获得拥有更多客户的机会，而次级的“选手”面对的就是来自各个层面的严酷竞争。当类似Google的技术或者亚马逊网站的产品推荐系统能够大大降低搜索成本时，也会有相似的动力在发挥作用。突然之间，二流的生产商再也不能依靠消费者的无知或者地理的障碍来保护他们的边际利润了。

毋庸置疑，数字化技术对赢家通吃的市场起到了推波助澜的作用，即使对于那些我们认为并不具有超级明星地位的产品也是如此。在一家传统的相机销售店里，展示柜里的相机一般不按档次分级排列，也就是说，从摆放位置看，最好的相机和排在第10位的相机并无差别。但网络零售商就可以很容易地凭借消费者的评级，或者通过过滤产品的每一个令消费者满意的评价结果，来给产品进行分类评级。评级较低的产品或者是满意度稍微低一些的产品，其销售数量往往会不成比例地大幅缩减，即使这些产品在质量、方便性或价格等方面差异很小。

即使对普通的、非超级明星类的职业而言，数字化评级和过滤也不容小觑。很多公司的招聘流程已经数字化，并且可以使用自动过滤系统来筛选大量应聘简历。例如，出于现实需要，公司可以很容易地

挑选出拥有大学学历的应聘者，即使这份工作实际上并不需要大学教育学历。这种方式的效应不断扩大，技能型技术变革的涓涓细流就有可能变成滔滔洪流——高素质的一流员工被源源不断地筛选出来。同样地，如果想把缺少行业术语的工作简历排除在录用考虑范围之外，也可以使用自动过滤系统——哪怕90%的应聘者都有可能成为一流员工。

网络和标准：规模的价值

网络的重要性不断提升（像互联网或网络信用卡），再加上已经成为行业标准的互通性产品（像计算机配件），都在创造着赢家通吃的市场。正像低边际成本能够在生产领域创造规模经济一样，网络也能够创造规模性的经济需求——经济学家有时称之为网络效应。当人们更愿意选择消费者趋之若鹜的产品和服务时，我们就能看到网络效应的威力。如果你的朋友们经常使用Facebook沟通互联，那么你也会被它吸引住。在你加入Facebook的大家庭之后，它的影响力也会辐射到你周围朋友那里。

有时网络效应是间接的。不论你使用一部iPhone手机还是一部安卓手机都可以轻松自如地与某个人通话。但在一个既定平台上的所有用户数量会影响到手机应用程序开发者：规模更大的用户网络容易吸引更多的开发人员，或者可以鼓励应用程序开发者在一个固定平台上投入更多时间和资金。一部手机可以安装的应用程序越多，它对用户的吸引力就会越大。因此，你选择购买这部手机而不是那部手机，要受到那些和你购买同样手机的用户数量的影响。当苹果应用程序的“生态环境”健康强大时，用户就更愿意加入苹果的应用平台，继而开发者也会被这个平台所吸引。但有时一种相反的动力也会消磨掉占有优势地位的标准和规则，20世纪90年代中期的苹果麦金托什（苹果公司的一系列个人电脑）平台就是此类的一个例子。可以说，就像低边际成本一样，网络效应既能够创造赢家通吃的市场，也能掀起轩然大波。

在全球竞争中寻找利基市场

除了技术变革能够提升数字化、通信和网络技术之外，其他因素也在创造着超级明星产品和超级明星公司，更多的行业在提高对个人超级明星的补偿上发挥着影响力。在一些情况下，对支付高额报酬的文化障碍已经大为降低。首席执行官、金融行业高管、演艺人士和职业运动员可能也很愿意接受给他们7位数或者甚至高达8位数的补偿性报酬。当更多的人获得这种高额报酬时，一种理所当然的反馈回路就出现了：其他人更容易提出相似的要求。

事实上，财富的集中本身就可以创造弗兰克和库克所称的“深口袋”（deep pocket，意指财力雄厚的人或公司）的赢家通吃市场。正像伟大的经济学家阿尔弗雷德·马歇尔（Alfred Marshall）所声称的：“一位腰缠万贯的委托人（客户），当他的声誉或财富（或者二者兼而有之）面临倾覆之险时，将会不惜任何代价找到最出色的代理人（律师）以确保他的财富或声誉安全无忧。”如果一家公众媒体能够让O.J.辛普森（O.J. Simpson，美式橄榄球运动员，他在1994年谋杀其妻子和另一名男子，此案成为当时美国最为轰动的事件）这样的运动员获得数百万美元的报酬，那么它就能花费数百万美元请亚伦·德萧维奇（Alan Dershowitz，美国当代最伟大的律师，曾为辛普森杀妻案、克林顿绯闻案与弹劾案、泰森案等一系列轰动全球的大案担任辩护律师）这样的律师在法庭上为其辩护，即使德萧维奇代理的律师服务并不能复制到数百万人的身上。从某种意义上看，德萧维奇是一个超级明星级的代理人：他可以从那些超级明星般的委托人那里获得报酬，而且他的辉煌成就更容易得到我们这个数字化和网络化世界的推波助澜。注

法律和体制在某些方面也改变了超级明星们的收入方式。在艾森豪威尔的那个年代，最高边际税率高达90%，而在罗纳德·里根政府初期也超过了50%，但在2002年却下降到了35%，并且这种状况一直持续到2012年年末。这种改变一方面明显提高了顶层收入者的税后收入，另一方面，研究者也发现这一举措对人们申报税前收入也有影响——能够刺激人们更努力地工作（因为他们从自己收入的每一美元中都能多获取一点收益）。在这种情况下，他们也会申报更多的实际收入，而不是想尽各种办法隐瞒或规避（因为向税务机关报税的成本也不像以前那么高了）。

对交易的限制也大幅缩减了。就像廉价的通信和交通系统一样，这种状况的发生也使得市场更加全球化，全球的超级明星们也能更容易地参与到市场竞争中来，把当地的生产商驱赶出局。2006年当起亚（Kia）把彼得·希瑞尔（Peter Schreyer）[注]从奥迪挖走时，也标志着全球顶级的汽车设计师已经是全球性的，而不再是地区性的了。

虽然顶层的1%人士和最顶层的0.01%人士见证了他们薪酬创纪录地增长，但超级明星经济也面临着一些逆向的力量。可能在这其中最重要的是“长尾”的增长——利基产品和服务不断增长的发展趋势。技术不仅仅降低了边际成本，也在很多方面降低了固定成本、库存成本和搜索成本。这些改变中的每一个都能够吸引更多种类的产品和服务，进而填满以前没有被填满的利基市场。

一些个体和商业公司并没有选择与超级明星们展开近身的“肉搏战”，而是寻求办法生产出区分度更大的产品，并发现或者创造可以开拓的、也许是世界上最好的利基市场。J.K.罗琳是一位亿万富翁级的作者，但也有其他百万级别的作者能有机会为几千个或几百个专业读者出版他们的作品。亚马逊网站可以囤积他们的书，全球读者都可以从这家网站上购买到这些书。即使所有的实体书店都无法赢利，亚马逊也将会是赢利的，因为有那么多小规模的客户群体会对各类的书感

兴趣。技术一方面抹去了地理距离——一种保护作者免受全球性竞争的障碍，另一方面它也有助于我们开拓一个专业化的、有一定区分度的产品领域。

即使在世界上排名第1000位的儿童书作者，也有可能比排名第一的专门撰写“给生态企业家的科学建议”或者“足球时钟管理”这类书的作者获得的收入要多。据此原则，开发者已经为苹果iOS系统和安卓系统开发了超过70万个应用程序，而亚马逊网站则可以为消费者提供超过2500万首的歌曲。即使更多数量的博文、Facebook网站信息和YouTube视频都可以在共享经济中被创造出来——虽然未必能给创造者带来直接的收入，但却能创造经济价值。然而，正像我们看到的，创造新产品的机会也不一定就能带来丰厚的报酬。进入门槛很低的超级明星经济或者长尾经济，仍然是一种极其不平等的经济模式。

---

1. 首先他是一位能力超群的法庭律师。另外，作为一位作者（他是《最好的辩护》一书的作者）以及电视台名人，他完全可以利用前面章节里所讨论到的超级巨星的获益思路来更直接地获取报酬。

2. 全球汽车业设计领域最受尊重的权威人士，欧洲三大汽车设计师之一，设计了新甲壳虫、奥迪A6、奥迪TT系列等多款车。2006年，彼得·希瑞尔正式担任起亚首席设计师，负责起亚在全球的设计性工作。——译者注

你的收入是怎样被平均的

一种由赢家通吃的市场占据主体的经济模式和我们早已熟悉的工业化经济模式，拥有截然不同的发展动力。正像我们在这一章的开始所讨论到的，砌砖工人的收入差异要远远低于应用程序开发人员在赢家通吃市场下的收入差异，但这并不是唯一的不同。在稳定的市场分配模式下，营业收入和个人所得都是跟天分和努力分不开的，与之相反的是，在赢家通吃市场中存在着极其不稳定、也不均匀的竞争。伟大的经济学家约瑟夫·熊彼特所提到的创造性破坏指的就是，每一种创新不仅为消费者创造了价值，还彻底摧毁了之前的技术和生产体系。即使赢家规模扩大并站稳了市场，但反过来，它们也容易遭受下一代创新者的攻击。熊彼特观察和分析认为，软件市场、媒体行业以及互联网产业的前景要比传统的生产和服务产业广阔得多。但当越来越多的产业逐步数字化和网络化之后，我们也同样可以预测，熊彼特所谓的产业发展动力还将会进一步延展。

在超级明星经济模式中，收入的分配不仅差异性更大，还有一个非常不同的分配模式。也就是说，不仅仅是处于顶层的一小部分群体看到了收入的大幅增长，收入分配的基本结构也发生了变化。当收入大体上与绝对的业绩相称时——就像前面提到的砌砖工人的例子，收入的分配大体上是与天分和付出的努力相关的。从很多特征上考量，参与者的下降大体上遵循的是正态分布，也就是我们熟知的高斯分布或者钟形曲线（如图10–1左所示）。这是一种近似根据高度、力量、速度、综合智商以及其他很多特征，比如情商、管理能力甚至是勤奋程度的分布模式。

正态分布是非常普遍的，而且它们还是比较接近直觉的一种模式。当你越来越接近两个长尾的末端时，参与者的数量就会越少。而

且，分布的平均数、中位数和众数，都是相同的数据。一位“平均”的人也是处在分布中间位置的人，他同样也是最典型或者最普通类型的人。如果美国的收入分配模式遵从的是一种正态分布，那么中位数收入将会随着平均收入的增长而增长，但当然，实际情况并不是这样的。正态分布的另一个特征是，当你从平均数往两边看时，你会发现特征极端的人越来越少，而且下降的速度会越来越快。7英尺（约2.1米）高的人们和6.5英尺（约1.9米）高的人们之间的比例，要明显地比6.5英尺和6英尺（约1.8米）高的人们之间的比例低得多。也就是说，越接近极端人数就会越少。

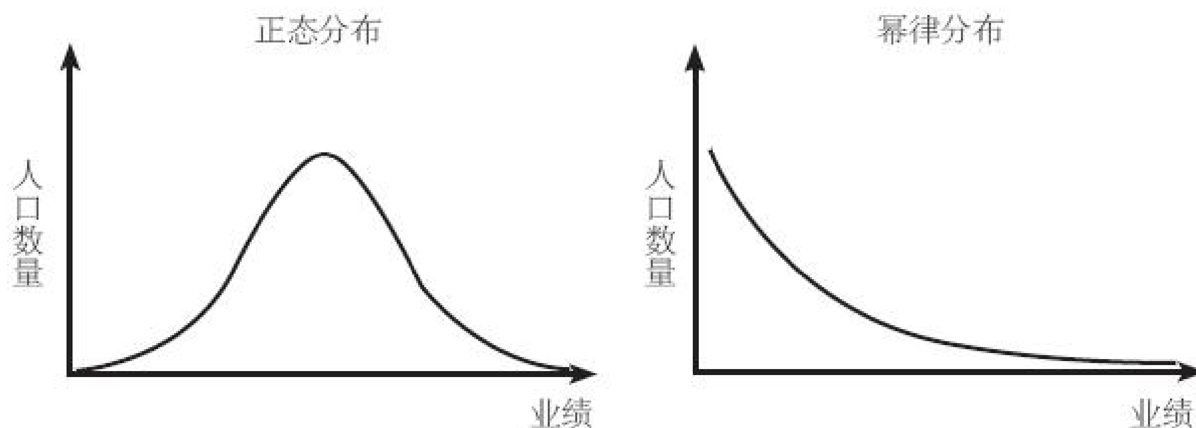


图10–1

对比来看，超级明星（以及长尾）市场经常可以用幂律分布或者帕雷托曲线进行更恰当的描述，在这种分布模式下，小规模的群体获得的是不成比例的销售份额（如图10–1右所示）。这种模式也经常可以被描述成80/20法则，也就是说20%的参与者获得了80%的收益——当然还会有比这一法则更极端的情况。例如，埃里克和他的合作者研究发现，亚马逊网站的图书销售所遵循的就是幂律分布。幂律分布有一条“肥胖的长尾”，这也就意味着极端情况出现的可能性要远远高于我们在正态分布中所看到的。它们同时也具备尺度（标度）不变的特征，这意味着最畅销的书在销量前10名的书中所占的销售份额，和销量前10名的书在销量前100名的书中所占的销售份额，或者销量前100

名的书在销量前1000名的书中所占的销售份额，大体都是相同的。幂律分布可以用于描述很多现象，包括从地震的频率到大多数语言中的词汇频率，当然也可以用于描述图书、DVD、应用程序和其他信息产品的销售分布。

其他市场则是多种不同分配模式的混合体。作为一个整体的美国经济可以被描述成是一个对数正态分布（传统正态分布模式的一个变体）和幂律分布（适合描述顶层人士的收入）的混合体。我们当前在麻省理工学院的研究，便是尝试着尽可能了解这种混合的原因和结果，以及它如何随着时间的变化而变化。

收入分配向幂律分布的转变有着重要的意义。例如，史迪威科技战略高级研究中心的创始人金·泰派勒（Kim Taipale）曾经说过："支撑凸出的社会中产阶层的钟形曲线分布时代已经结束了，我们现在正迈向经济机会呈现幂律分布的时代。我们自身的教育将无法填补这其中的差异。"

这种转变突破了我们理解这个世界的固有思维模式。我们大多数的人还都习惯于借助某种模型进行推论。政治家谈论的是普通选民，市场经理谈论的是一般（典型）消费者。这些都可以用正态分布模型来解释，因为最普遍的数值都接近于平均数，或者可以说，分布模式中的众数和平均数是相同的或者是接近相同的。然而，一个幂律分布的平均数通常要比中位数或众数高得多。例如，在2009年，美国棒球联盟的重要选手的平均薪酬是3240206美元，差不多相当于中位数薪酬1150000美元的3倍。

实际上，这意味着当收入按照幂律分布进行分配时，大多数人们都会处在平均数值以下——跟乌比冈湖[注]说再见吧。而且，平均收入会随着时间出现增长，但中位数却没有任何增长，也就是说，对大多

数人来说，没有看到任何增长。幂律分布不仅仅增加了收入的不平等，也搅乱了我们的直觉。

---

1. 全球汽车业设计领域最受尊重的权威人士，欧洲三大汽车设计师之一，设计了新甲壳虫、奥迪A6、奥迪TT系列等多款车。2006年，彼得·希瑞尔正式担任起亚首席设计师，负责起亚在全球的设计性工作。——译者注

第11章 技术红利：抓住，你就赢了

“衡量我们进步的标志不是我们是否给富有者带来更多的财富增长，而是我们是否给贫困者带来足够的财富增长。”

——富兰克林·D.罗斯福（Franklin D. Roosevelt）

美国第32任总统

在前面4个章节里，我们看到了第二次机器革命时代所包括的一个悖论：GDP出现了前所未有的增长，创新速度也是史无前例的，然而人们却对他们孩子的未来生活水平更加悲观了。剔除通货膨胀因素，在《福布斯》上榜的亿万富翁的财富已经是2000年的5倍，但美国中等家庭的收入却已经出现了下降。

经济数据强调红利和分配的二分法。预算及政策优先中心的高级成员、经济学家贾里德·伯恩斯坦（Jared Bernstein），提醒我们注意生产率和就业的方式已经发生了分离，正像在图11–1中所显示的。虽然这两个主要的经济数据在战后的大部分时期都是相伴而随的，但在20世纪90年代末就开始分离了。今天的就业人数与总人口的比率要比至少20年之内的任何时候都要低，而且今天处在中等位置的劳动者的真实收入还要比20世纪90年代低。与此同时，像生产率、GDP、公司投资和税后利润却达到了创纪录的高点。

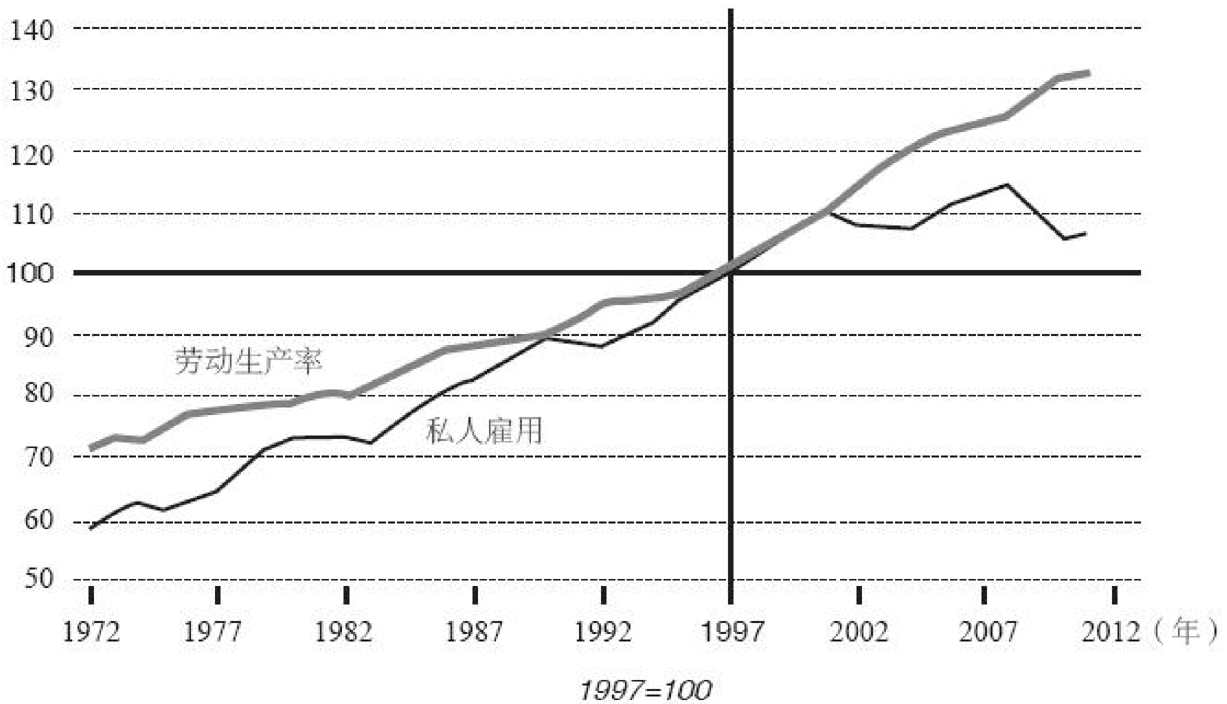


图11–1 劳动生产率和私人雇用

在一个像硅谷的地方或者一所像麻省理工学院的研究类大学，日新月异的创新速度是很容易看得到的。创业公司遍地开花，新的百万富翁和亿万富翁层出不穷，研究实验室不断搅动着类似我们在前面章节里看到的技术创新。然而，与此同时，也有越来越多的人正在面临着生存困境：学生们挣扎在高额债务的边缘，毕业生寻找新的工作困难重重，而且还有数百万人为了维持临时的生活水平不得不依靠借贷为生。

在这一章节里，我们将解决关于红利和收入分化的未来的三个重要问题。首先，红利能够覆盖收入分化吗？其次，技术不仅创造了不平等，也创造了结构性失业吗？最后，全球化作为另一个改变经济的重要力量，能够解释最近在薪酬和就业领域出现的下降吗？

哪一个更大，红利还是收入分化

由于技术的进步与发展，我们正在创造一个更加富足的世界——一个越来越少的原材料、资本和劳动力投入能够带来越来越多产出的世界。在未来的一些年里，我们还将能够继续从相对比较容易衡量的指标中获益，比如较高的生产率，当然能给我们带来收益的还有不大容易衡量的指标，比如我们从免费的数字化产品中所获得的提升。

在前面的段落中，我们曾用干巴巴的经济学词汇来描述我们当前的红利。这是不恰当的，需要及时澄清和纠正，因为红利是一种极其奇妙的基本现象，应该用最好的语言来描述。红利并不简单意味着更加廉价的消费产品和零热量的食品。正像我们在第7章所阐述的，它同时也意味着在我们生活的很多领域，拥有更多的种类和选择以及更高的质量。它意味着做心脏手术时，可以不用切开胸骨、打开胸腔。它意味着你始终都有机会接触到世界上最出色的教师——这些教师能对学生做出个性化的自我评估，以让学生们了解他们对知识的掌握程度。它意味着各个家庭在食品杂货、汽车、衣服和公共费用上面的花费会日益减少。它意味着聋哑人可以恢复听力，盲人也可以复明。它意味着我们不需要再做很多无聊、重复性的工作，而有更多的机会从事创造性的和有吸引力的工作。

进步的表现至少是部分根源于数字化技术。当给人们提供更多选择，而不是让他们与更封闭的政治和经济体系融合在一起的时候，技术进步就成为促使人们获得红利和生活改善的令人叹为观止的引擎。这同时也是一个受引擎驱动的收入分配、分化模式，我们所关注的领域，包括财富、收入、生活水平和进步的机会，都随着时间的进展而出现越来越大的差异。有一些发展趋势（尤其是正在增长的不平等）

在其他国家也是可以看到的。我们希望的是，数字化技术的进步浪潮能够推起所有领域的“航船”，但现实的情况却远非如此。

当然，技术不仅仅是带来收入分化的唯一因素，但它却是一个重要的因素。今天的信息技术更青睐高技术人才而不是低技术人才，资本所有者所获得的收益也要明显高于普通劳动者，超级明星们的薪酬更是令普通劳动者难以望其项背。所有的这些趋势都在带来收入的分化——在那些有工作和没有工作的劳动者之间，在那些拥有高技术、一定教育背景和低技能的劳动者之间，在超级明星和其他所有人之间。从我们最近所看到的以及了解到的，我们已经清醒地认识到，所有的一切都是公平、对等的：未来的技术将倾向于带来收入的分化，正像它们促进了红利增长一样。

事实上，技术的发展与进步既给我们带来了红利，也给我们带来了收入的分化，而且这种变化会日渐明显，最终会产生一个重要的问题：既然有如此多的红利，我们还要担心收入分化吗？也就是说，我们可能会认为，如果处于底层的人们能看到技术的进步给他们带来生活方面的提升，日益增长的不平等也并不是一个严重的问题。

收入的不平等在增长，对收入分化进行衡量的其他指标也在增长，但并不是每个人都认为这是一个问题。一些观察人士提出了我们称之为超强红利的说法，其基本思想是，如果仅仅聚焦于收入分配的分化是不合适的，也会有一定的误导性，因为红利是最重要的一种现象，它甚至存在于收入分配的底层。这种说法承认，高技术劳动者正在和其他人拉开距离——超级明星们更是跳出了我们的视线所及之处，但这里有一个基本的问题：“这样又如何？只要所有人的经济生活都变得更好了，为什么我们还担心有一些人的生活会更好呢？”正像哈佛大学经济学家格雷格·曼昆（Greg Mankiw）所评论到的，如果1%的人口在获得巨额财富的同时还能为其他所有人创造巨大的财富，这反映的是一种赏罚分明的结果，而未必是个严重的问题。

资本主义经济体系得以运转的部分原因是，它们给创新者提供了强烈的激励：如果你的创造在市场中获得了成功，那么你至少会得到一些酬劳作为回报。而如果你的创造带来了辉煌的成功，那么对你的奖赏将是巨大的。当这些激励因素运转良好时（但这种体系不会给那些胆大妄为之人提供巨大而无风险的奖赏），所带来的收益将非常可观：创新者一方面提高了很多人的生活水平，另一方面，通过销售、购买关系，创新者也变得富足起来。每个人都获得了收益，即使并不是每个人所获得的收益都是相同的。

高科技行业提供了很多这类令人兴奋的现象的例子。企业家们创造了设备、网站、应用程序以及其他我们认为有价值的产品和服务。我们可以随便使用和购买它们，企业家们由此在财富上获得了巨大的成功。这不是一种功能失调的模式，它是一种利益共享的模式。正像经济学家拉里·萨默斯（Larry Summers）所说的："假如美国有30多个像史蒂夫·乔布斯这样的人……我们不得不承认，从某种程度上看，这种不平等的另一面就是成功的企业家精神；这当然是我们要鼓励的事情。"

我们尤其想要鼓励这样的创造，因为，正像我们在第6章所看到的，技术的进步通常还帮助了全世界甚至是最贫穷的人们。一些认真的研究成果已经显示，像手机这样的创新正在提高人们的收入、财富和其他福利水平。正像摩尔定律正同步驱动这些设备的成本价格下降并增加获取这些设备的可能性一样，技术的进步与发展还将持续推动收益的叠加。

如果超强红利的说法是正确的，那么在我们完全进入第二次机器革命时代之后，我们的担心就是毫无意义的了。但真的是这样吗？我们希望这种情况发生，但这却不是事实。正像我们在第9、10章所看到的，数据很明显地表明，美国和其他地方的很多人们的生活状况都在不断下降——不论是从相对方面还是从绝对方面来考量。在美国，中

等阶层劳动者真实的美元收入比1999年还要低，而当我们研究一下人们的家庭收入而不是个体劳动者的收入，或者总收入而不是年收入时，我们也会发现在很大程度上，同样的故事还在不断地重复着。也就是说，很多人在这场技术竞争中被远远地抛在了身后。

一些支持超级红利说法的人士相信，虽然这些下降是真实存在的，但从重要性上讲，它们仍然比不上毫无限制的产品价格下降、产品质量提升和我们所获得的其他收益。经济学家唐纳德·布拉德洛克斯（Donald Boudreaux）和马克·佩里（Mark Perry）写道：

各个家庭在很多现代生活必需品方面的花费——包括家里的食品、汽车、衣服、鞋子、家具、电器设备、房子和公共支出，从1950年占可支配收入的53%下降到1970年的44%，再下降到今天的32%……而且普通美国人所消费产品的数量和质量已经接近几十年前富裕的美国人的水平。想一想每一个中等阶层的年轻人都能够负担得起的电子化产品——iPhone、iPad、iPod以及便携式计算机。他们使用的这些电子产品完全不次于美国1%的顶层人士所使用的同类产品，有时甚至还完全相同。

佩里补充说："由于创新和技术……所有的美国人（尤其是低收入和中等收入的群体）比以前任何时期都要富裕。"在《国家评论》（*National Review*）以及其他媒体上，布鲁金斯学会的斯科特·温希普（Scott Winship）也做出了相似的评论。

这些观点也正在激起更多的讨论。我们尤其赞赏这样的观点：由于创新和技术所带来的红利，今天的普通劳动者在很多重要方面都要比早期年代里那些和他们对等的人生活得更富裕。对于与信息、媒体、通信和计算相关的任何发展与进步，其提升幅度都是巨大的，以至于我们回想起来难以相信，预测起来难以想象。而且红利并不仅仅止于此：技术进步也会引起其他领域成本和质量的提升，比如食品和

公共设施领域——从表面上看来，这些领域好像并不是高技术的，但揭开表面之后，你就能看到它们的技术内核。

这些都有其可取之处，但我们并不认为收入分配分化的幅度更小就是一件好事。首先，人们想要购买的一些关键性的产品和服务正在变得日益昂贵。贾里德·伯恩斯坦对这种现象进行了分析和总结，他拿1990年—2008年中等家庭收入的增长，和住房、健康护理和大学教育成本的变化，进行了对比。他发现，虽然在那段时间里，他们的家庭收入增长了大约20%，住房和大学教育的花费却增长了大约50%，而健康护理的花费增长幅度超过了150%。由于在最近一些年里，美国中等家庭的真正收入一直在下降，所以如果这种差异性的对比在2008年之后的时间里一直重复下去，将会更加不妙。

然而很多美国家庭只是无止尽地消费，背后却面临着很大的财务风险。经济学家安娜玛丽亚·卢莎蒂（Annamaria Lusardi）、丹尼尔·J.施耐德（Daniel J.Schneider）和彼得·图法诺（Peter Tufano）在2011年的一份研究报告中对“如何在30天之内筹集2000美元”这个话题做了一份问卷调查，结果是令人气馁的。他们总结认为：“大约有1/4的美国人承认他们无法筹集到那么多的资金，另有19%的美国人提到要用抵押贷款或者变卖物品，或者用工资日贷款……也就是说，我们发现差不多有一半的美国人在财务上是极其脆弱的……而且有相当一部分美国中产阶层认为他们在财务上是脆弱的。”

其他数据——关于贫困率、所获得的健康护理服务、想要找一份全职工作却只能找到一份兼职工作的劳动者数量等，给人留下的印象也是，虽然技术带来的经济红利是真实的，但它却不能补偿收入分化的增长。当然这些增长不完全是大萧条的后果，也不是最近或暂时性的现象。

很多美国人都面临着收入的下降和萧条的生活状况，这种糟糕的生存状态已经与日益弱化的社会流动性（出生于收入分配底层的孩子

们想要摆脱自己的生活境况，并在他们的人生和职业生涯中向上层社会升迁的机会空前地减少了）交织在了一起。最近的研究确切地显示出，以前数代人实现向上层社会升迁的美国梦，在今天已经变得破碎不堪了。仅仅举一个例子，在2013年，经济学家詹森·德班克（Jason DeBacker）、布拉德利·海姆（Bradley Heim）和他们的同事对1987年—2009年的纳税申报进行了研究并发现，他们所研究的35000个家庭的财富在整个社会家庭中的排名年复一年地没有任何变化——即使他们的家庭收入随着时间的变化出现了增长。最近，社会学家罗伯特·普特南（Robert Putnam）举例说明了类似居住在俄亥俄州克林顿港（他的家乡）这样城市的美国人，孩子们虽然可以接受大学教育——已经超过了他们父母时代的高中教育水平，虽然可以同样努力，但他们的经济条件和未来前景在最近几十年里仍然出现了恶化。这就是我们将要看到的，技能型技术变革的引擎已经在加速运转了。

很多美国人认为，他们仍旧生活在一片机遇无限的土地上，国家能给他们提供最好的发展机会。但这已经不再是事实。正像《经济学人》杂志总结道的："回到霍雷肖·阿尔杰（Horatio Alger，美国儿童小说作家）时代，美国的流动性要比欧洲强得多。现在情况却不同了。用一代人的社会流动性进行衡量——一位父亲的相对收入在多大程度上影响了他成年儿子的相对收入，美国的社会流动性差不多相当于北欧国家的一半，和英国、意大利这些流动性最差的国家不相上下。"因此，红利分配和收入分化的程度不仅仅是增大了，而且还具有很强的自我延续性。一个太常见的情况是，处于底层和中层的人们操劳一生，境况也难以改变，甚至很多家庭数代更迭也难逃颓势。这对一个经济体或社会来说绝对不是一种健康的状态。

如果收入的分化使得红利减少，那么这也是一种不健康的状态——如果不平等和它的后果以某种方式阻碍了技术的进步，把我们从新机器革命时代所有潜在的收益中排除出去。虽然一种普遍的说法是，高度的不平等能够激发人们努力工作，提升整体经济的增长，但

不平等也能抑制经济的增长。在2012年，经济学家德隆·阿西莫格鲁和政治学家詹姆斯·罗宾逊（James Robinson）创作出版了《为什么国家会失败》（*Why Nations Fail*），全景展现了数百年人类历史的发展进程，正像这本书的副书名所描述的，“权力、繁荣与贫困的起源”。根据阿西莫格鲁和罗宾逊的说法，权力、繁荣与贫困真正的起源不是地理、自然资源或者文化。相反，它们是像民主、知识产权和法律规则这样的制度：包容性制度带来了繁荣，攫取性制度——社会固有的少数精英群体把控了经济和游戏的规则，导致了贫困。作者提供的案例引人注目，尤其特别关注了美国当前的状况，并阐述了极其重要的见解和警示：

繁荣取决于创新，如果我们不能为所有人提供一个施展才能的平台，那么我们就会浪费创新的潜能：我们不知道下一个微软、Google或Facebook将来自哪里，但如果那个将来使这一切都会发生的人进入了一所低劣的学校，而不能进入一所好的大学，那么这种有可能会变成现实的机会将大为减少……

在过去的200年里，美国创造了无数的创新，也带来了大规模的经济增长，因为大体上它是鼓励创新和投资的。但这并不是在真空世界里发生的事情，它是由一系列特别的政治安排——包容的政治制度——支撑的，这种制度阻遏了某位社会精英或者其他少数群体对政治权力的垄断，从而切断了他们以牺牲社会的代价为自己谋取利益的途径。

我们的担心是：经济上的不平等将会导致更严重的政治不平等，而且那些获得更大政治权力的人会借此攫取更多的经济利益，并以有利于自己的方式重新洗牌，这更增加了经济上的不平等——这是一种典型的恶性循环。而美国可能正身处其中。

他们的分析触碰到了导致最近一些年日益扩大和增长的不平等的最后一个原因：它会创造使我们迈向第二次机器革命时代的征途变得

异常缓慢的攫取性制度。我们认为这已经远远不是一种遗憾，而更像是一场悲剧。而且从阿西莫格鲁和罗宾逊以及其他学者的著作来看，我们也认为这是一种近乎真实的剧本。我们并没有对技术带来的红利将会更多地补偿由其催生的收入分配分化满怀信心，相反，我们对一些相反的发展方向忧心忡忡：分化实际上将减少未来的红利。

技术性失业：未来你的工作机会在哪里

我们看到整体经济规模都在增长，但一些人，甚至是大多数人，在技术进步的背景下境况却变得更糟。随着对劳动力需求的下降——尤其是对低技能劳动者的需求，劳动者的薪酬也在下降。但技术真的会带来失业吗?

我们不是第一个问这些问题的人们。事实上，在过去的200年里，这些问题一直被不断地讨论着，甚至有时会讨论得非常激烈。在1811年—1817年，一群工作机会受到第一次工业革命时期自动织布机威胁的纺织工人，聚集在一位神秘的名叫内德·勒德（Ned Ludd）[注]的像罗宾汉那样的人物周围，他们袭击工厂、摧毁机器，直到最后被英国政府镇压。

通过透视勒德运动，经济学家和其他一些学者也看到了一种新的影响广泛的重要发展模式的早期影子：大规模的自动化技术进入了我们的工作场所，影响了人们的工资和就业前景。研究者也被分成了两大阵营。第一也是最大的阵营认为，虽然技术进步和其他因素确凿无疑地让一些劳动者失去了工作机会，但资本主义根本的创造天性却给其他一些人带来了更好的创造机会。因此，失业只是暂时性的，并不是一个严重的问题。约翰·贝茨·克拉克（John Bates Clark，以他名字命名的克拉克奖章就是颁发给40岁以下的最出色的经济学家的）[注]在1915年写道："在一种发展动力良好的现实（经济）状态中，劳动者的失业是随时都会发生的现象，如果这种现象完全不存在，那是既不可能也不正常的。提高劳动者的福利水平需要技术的不断提升，而要做到这一点，就不可能不出现劳动者的暂时性失业。"

在此之后的一年里，政治学家威廉·莱瑟森（William Leiserson）把这一评论又做了进一步延伸。他把失业描述为接近幻想的一种东西："失业大军就像是在着火的房子里等待警报声拉响的消防队员，或者像是随时准备应对下一个报警电话的后备警务人员。"总起来说，资本主义的创造力需要大量随时都已经准备好的劳动力——他们是被之前的技术进步替代下来的劳动者。

而约翰·梅纳德·凯恩斯（John Maynard Keynes）对劳动者的劳动状况并不是信心满满的。在1930年一篇名为"我们孙辈经济发展的可能性"的文章中，他既表示了乐观，也很好地表达了第二阵营的观点：事实上，自动化会给人们带来永久性的失业，尤其是如果越来越多的东西不断地自动化。他的文章审视了过去大萧条时代的困难时期，并提出了自己的预测："我们一直被一种新的'疾病'折磨着，一些读者可能从来没有听说过这种疾病的名字，但在未来的一些年里他们将会听到它的大量'事迹'，这种疾病的名字就是'技术性失业'。这意味着，失业是由于我们发现了使劳动者的劳动更有效的方法和手段，但这种提升却把劳动者的劳动机会远远地甩在了身后。"大萧条时代失业规模的扩大看起来好像证实了凯恩斯的思想，但最终失业现象还是缓和了。接下来就发生了第二次世界大战以及对劳动力怎么也不会饱和的需求——不论是在前线还是在后方，技术性失业的威胁消退了。

在战争结束之后，关于技术对劳动生产率的讨论又卷土重来，而且随着计算机的出现又焕发出了勃勃生机。1964年，一个由科学家和社会学家组成的委员会给林登·约翰逊总统寄发了一封公开信：

生产率的新时代到来了。这个时代的组织原则和工业时代是截然不同的，就像工业时代与农业时代的组织原则截然不同一样。计算机和自动化机器的共同作用给我们带来了自动化技术革命，其结果是催生了一个生产能力得到无限扩大的经济体制——但对人类劳动力的需求却大幅缩减了。

诺贝尔经济学奖得主华西里·列昂惕夫（Wassily Leontief）在1983年公开赞同："人作为最重要的生产力要素，其作用注定是要被削弱的，就像在农业生产中，由于拖拉机的出现，马的作用被首先削弱，然后又被完全淘汰掉一样。"

然而，仅仅过了4年，由美国国家科学院召集起来的一个经济学家团体却对列昂惕夫的观点发起了挑战，在他们的报告《技术和就业》中，他们清晰、全面且乐观地阐述了自己的观点：

通过降低成本进而降低一种竞争市场中一些产品的价格，技术变革通常能够带来对产品需求的增长：更大的产品需求会带来生产的增长，进而带来劳动力需求的增长，抵消了由技术变革所引致的每单位产出劳动力需求减少的就业效应……从历史上看，我们认为，在不远的将来，由新的技术进步带来的每单位产出劳动力需求的减少，已经并且将持续被通常情况下发生的整体的生产扩张所带来的有利的就业效应所超越。

这种观点——自动化和其他形式的技术进步在总体上所创造的工作机会要多于他们所摧毁的工作机会，已经成为经济学领域的主流观点。基本上，人们要么相信这种观点，要么屈从于勒德主义者的谬论。因此，在最近一些年，大多数的人都认为，那种技术是对工作机会纯粹破坏的工具的观点，已经不再是一种主流的经济学观点了。

那种认为在经济萧条期间，技术会带来持续的结构性失业而不是暂时性失业的观点，所基于的是两个支柱性论点：一是经济理论，二是200年来的历史事实。但这两个因素中，哪一个也不如它们刚出现时有说服力了。

首先是经济理论。有三个经济原理可以用来解释技术性失业：无弹性需求、快速的技术变革和严重的不平等。

如果技术能够使劳动者的工作效率增加，那么正像国家科学院的经济学家团队所指出的，这不会自动导致对劳动力需求的减少。更低的成本有可能会带来更低的产品价格，进而更低的价格会带来对产品的更大需求，并最终会带来对劳动力需求的增长。这种情况实际上能不能发生，要取决于弹性需求，可以解释为产品价格每一百分比的下降会带来多少百分比产品数量的增加。

对一些产品和服务来说，比如汽车轮胎或者家居灯饰，需求相对缺少弹性，因此对价格下降也不大敏感，把人工灯具的价格削减一半也并不会带来消费者对灯具需求成倍地增长。因此，一旦灯具制造的效率得到提高，灯具行业总的营业收入就会下降。在对历史的发展片段进行研究的过程中，经济学家威廉·诺德豪斯（William Nordhaus）记录了自从蜡烛和鲸鱼油灯问世以来，技术已经把灯具的价格降低了1000多倍，因此，我们可以使用很少的劳动力就生产出我们所需要的所有灯具。所有的经济部门——不仅仅是生产行业，都可能会面临相对的非弹性需求。在生产效率提高之后，农业生产和制造领域已经经历了很多年的就业下降。更低的产品价格和产品质量的提升，并没有带来能够抵消生产效率提升的增长需求。

当需求非常有弹性时，更高的生产效率也会带来足够的需求增长，进而对劳动力的需求也会增长。这种主要发生在一些资源行业的可能性被称为杰文斯悖论，即更高的资源效率有时会导致更大的资源消耗。但对经济学家来说并没有什么悖论，只是弹性需求被不可避免地牵连其中。这在一些新兴行业，比如信息技术行业，尤其普遍。如果需求弹性基本上等于1（即1%的价格下降导致差不多1%的产品数量增长），那么总的收入（价格乘以数量）将是不变的。也就是说，生产的增长将基本上与需求的增长相平衡，这样的话，每一个人都会和以前一样繁忙。

绝对的弹性可能只是一种非常特殊的案例，然而从长远来看，一个好的（并不是无懈可击的）论点基本上是可以应用于整个经济领域的。例如，降低食品的价格可能会减少对农业劳动力的需求，但消费者可以拿出节省下来的更多的钱用来购买其他的东西，这样整体的就业效应还能够维持下去。节省的钱不仅仅可以购买更多的已有产品，还可以用来购买新上市的产品和服务。这就是经济论点的核心——技术性失业是不可能发生的事情。

凯恩斯不同意这样的观点。他认为从长期来看，需求并不是完美有弹性的。也就是说，更低的价格（基于质量调整）未必意味着我们将要消费更多的产品和服务。相反，我们的需求将变得饱和，会选择更少的消费。他预测，当生产人们需要的所有产品和服务所需要的劳动力越来越少时，将导致工作时间的大幅缩减，甚至缩减到每周只有15个小时。然而，作为一个经济问题，很难看到这种类型的技术性失业。毕竟在那种情况下很明显的是，劳动者工作的时间会更少，因为人们的需求已经满足了。匮乏的经济学问题完全被如何处置充裕的财富和空闲时间这一更有吸引力的问题所替代。正像阿瑟·C.克拉克曾经评论过的，“未来的目标是完全失业，那时我们就能够发挥作用了”。

凯恩斯对短期的失调更加关注，这也把我们带到关于技术性失业的第二个更加严肃的论点：我们的技术、组织架构和体制无法与技术的变革保持同步。当技术淘汰了某种类型的工作，或者甚至是终结了某一类技能的需求，那些相关劳动者将不得不学习新的技能，并去寻找新的工作。当然，这需要花费时间，而在此期间，他们可能就会失业。虽然乐观的观点会认为，这只是暂时性的。最终，当企业家开创新的商业模式并且人力资本也经过重新调适之后，经济体系才会出现新的平衡，完全就业才有可能重新恢复。

但如果这一过程要持续10年时间，将会发生什么呢？到那时，技术又发生了变革，那又将如何？这种可能性是华西里·列昂惕夫在他

1983年发表的文章中所考虑的，他预测很多劳动者最终会永久性失业，就像马无法适应拖拉机的出现一样。只要劳动者和组织机构需要花费时间来适应技术变革，那么很明显，加速的技术变革将会带来鸿沟的扩大，技术性失业的可能性也将增长。发展更快的技术进步可能最终会带来更多的财富和更长的寿命，但它也需要人们、组织机构和体制的更快适应。在这里，我们得向凯恩斯表示歉意，从长期来看，我们都会活在世上，我们仍旧需要工作。

对技术性失业的第三个论点可能是最复杂的。它超越了暂时性的失调。正像我们在第8章和第9章所详细阐述的，最近的技术进步凭借技能型技术变革和资本型技术变革，创造了赢家和输家，也使超级明星在赢家通吃市场中的数量大增。这种状况也减少了对一些工作和技能的需求。在一个自由市场中，价格要在供求关系之间寻求均衡，事实上，美国数百万劳动者的薪酬已经出现了下降。

原则上，对一些劳动者来说，均衡工资可能就是每小时一美元，即使其他一些劳动者的工资可能会达到这一标准的数千倍。发达国家的大多数人不会认为每小时一美元就是最低的生活工资标准，他们也并不期待社会需要人们在这种有可能面临饥饿威胁的工资标准下工作。而且，在极端的赢家通吃的市场中，均衡工资可能就是零：即使我们可以无限制地为人们提供免费的音乐作品，但人们还是希望花钱购买米克·贾格尔（Mick Jagger，滚石乐队创始成员之一）演唱的版本。在现实的音乐市场中，米克现在也在复制他自己的能够与我们竞争的数字化版本。然而，接近于零的工资并不是最低的生活工资标准。理性的人们会四处寻找另一份临时性的工作，而不是依靠一份工资接近于零的工作来维持他们的生计。

因此，人类劳动力的最低工资有一个底线。然而，这个底线也能够导致失业：那些想要工作的人们却找不到工作机会。如果劳动者和任何企业家都认为，一份赢利的工作可能不再需要劳动者的技能和能

力，那么这位劳动者将确定无疑地面临失业。从历史上看，这发生在很多对曾经有价值的生产投入的过程中——从鲸油到马匹。在今天的经济形态下，即使是零价格也不需要这些投入了。也就是说，正像技术创造了不平等一样，它也能带来失业。从理论上看，这种情况能够影响很大一批人，甚至是人口的大多数，即使整体的经济份额一直是在增长的。

理论上讲是这样的，但数据呢？在勒德分子对技术反抗以来的200年的大部分时间里，生产率已经得到了极大的提升，但数据表明，就业一直随着生产率的增长而增长，这一趋势一直持续到20世纪末期。这说明生产率的提升并没有总是在破坏工作机会。人们甚至还禁不住推想，正像技术支持者有时声称的，生产率的提升还创造了工作机会。然而，我们在图11–1中所看到的数据也表明，在最近（20世纪90年代末期），工作的增长就同生产率的提升分离了。根据贾里德·伯恩斯坦的说法，反勒德主义者把这一事实看作令人头疼之事。我们应该从哪段历史中得到教训，是两个世纪的发展进程在20世纪90年代末期终结了，还是自从终结之后又过了15年？我们不确定，但我们对技术的解读告诉我们，指数级增长、数字化进步以及组合式创新的力量，以及机器智慧和网络智慧黎明的到来，都在预示着社会发展的更大突破。

---

1. 内德·勒德是19世纪初期的英国纺织工人，他砸毁了许多新奇的发明——那些快让他失业、快让他无法再用自己的特殊才能养家糊口的织布机。内德·勒德与罗宾汉同样是虚构的人物。后来，仇视一切新奇的发明乃至科技进步的人都被称为勒德主义者或勒德分子。——译者注

2. 美国经济学家，哥伦比亚大学教授，美国经济学会创始人、协会第三任会长。倡导静态与动态两种经济分析方法，对现代庸俗经济学有广泛影响。——编者注

当机器人充满了世界

想象一下，明天有一家公司引入了机器人，这些机器人能够做人工能做的所有工作，包括制造更多的机器人。这些机器人可以无限制地供应，而且它们也非常廉价，维护费用也接近于零。它们每天都在工作，没有停下来的时候。

很显然，这种进步的经济意义将是极其深远的。首先，生产率和产量将会突飞猛进。机器人将会在农场和工厂里劳作，廉价的食物和产品被源源不断地生产出来。事实上，在一个竞争性的市场中，它们的价格将降低到接近原材料的成本价格。从世界范围来看，我们都将会看到所提供的产品的数量、种类和可购性以令人吃惊的速度增长。机器人将给我们带来巨大的红利。

它们将会给劳动力市场带来巨大的冲击。每一个在经济上理性的雇主都会倾向于使用机器人，因为与他们的生产现状相比，使用机器人能以更低的成本完成同等的工作。因此，这些雇主将会很快用机器人代替大部分（如果不是全部）的人类劳动力。企业家将持续研发新的产品、开拓新的市场，并创建新的公司，但在这些公司里，他们会使用机器人，而不是人类劳动力。机器人的拥有者和其他固定资产或者自然资源的拥有者将会抓住经济体中的所有价值，然后进行充分的消费。而那些没有资产的人们将只能够出卖自己的劳动力，而且他们的劳动力还将变得毫无价值。

这种假设反映了一个现实，即技术进步一定会伴随着更多工作机会的创造这一铁律已经不复存在了。

我们把这种假设稍微改变一下，即机器人能够做人类劳动力能做的所有工作，除了有一种技能不具备，比如说烹饪。那么在这种情况下，经济的结果还是没有变化，除了仍然需要人工厨师以外。接下来，由于这些工作肯定会面临更加激烈的竞争，所以雇用厨师的公司只能提供少得多的薪酬，但即使这样，仍然可以填满空缺的职位。经济体中花费在烹饪上的总时长还将保持不变（只要在餐厅就餐的人数不变），但厨师们总的工资水平将下降。仅有的例外可能是拥有多种烹饪技能以及声望难以企及的超级明星厨师。超级明星厨师仍旧可以拥有高薪酬，而其他厨师则无法做到。因此，除了能够带来更多的产出红利，机器人也会带来极大的收入分化。

那么，我们提到这些假设有什么用处呢，和当前的现实相比，哪一种假设更像是科幻小说？今天，全功能的类人机器人仍然没有徜徉于美国的公司里。事实上，它们还不存在，直到最近我们在制造能够取代人类劳动力的机器时，才出现了像模式识别、复杂沟通、传感器和移动性这类的技术进步。但正如我们已经看到的，技术发展的速度在最近一些年里一直在提高。

更好的机器可以代替人类劳动力。更可能的情况是，它们会驱动具有相同技能的人类劳动者的工资下降。从经济学和商业战略中得到的经验是，你不要想着与和你接近的替代物竞争，尤其是如果它们拥有成本优势。

但一般情况下，机器和人相比，既有优势也有劣势。当工程师尝试着放大这些不同，把研发重点放在机器占优势而人类占劣势的领域，那么机器就更有可能填补人类的技能，而不是替代他们。高效的生产更可能的是需要人类和机器的共同投入，当机器的力量增大时，人类投入的价值将会增长，而不是萎缩。从经济学和商业战略中得到的第二个经验是，对日益充裕的事物进行填补，也是一件了不起的事情。而且，从某种程度上讲，这种方式更有可能创造我们人类或者仅

仅模仿人类的机器此前从来没有创造过的产品生产和提供服务的机会。这些新的产品和服务为基于产出增加而不是减少投入的生产率的增长，提供了一条途径。

因此，从真正意义上讲，只要这个世界上还存在没有被满足的需求，失业就是一个拉响的警报，我们将不得不绞尽脑汁思考我们还需要做些什么。对于那些以前的工作被自动化替代了的劳动者，我们还没有足够的能力去化解他们空闲出来的时间和能量。通过创造技术和商业模式而不是仅仅对已经存在的技术进行自动化，我们可以增强和放大人类独特的创造更多新价值的能力，在这一方面，我们可以做得更多、走得更远。正像我们在下一个章节里所要讨论的，这是我们的政策制定者、我们的企业人士以及我们每个人所面临的真正挑战。

另一种扩张：生产的全球化将走向终结？

技术并不是改变我们经济的唯一因素。在我们这个时代里，另一个很大的力量是全球化。这是美国和其他发达国家中位数工资萧条的原因吗？一些对此问题进行过深入思考的经济学家认为，这是一个生产要素价格平衡的问题。这意味着，在任何单一的市场中，竞争将倾向于把生产要素的价格——比如劳动力和资本，看作是单一的、共同的价格。[注]在过去的几十年里，通信成本的降低为很多产品和服务开拓了全球市场。

商业公司可以在世界任何地方辨识和雇用掌握它们所需要的技能的劳动者。如果一位中国的劳动者能够做一位美国的劳动者的工作，那么根据经济学家们所称的单一价格法则，他们获得的工资也是相同的，因为市场会“套利掏空”他们之间的不同，就像对其他商品所做的那样。这对于那位中国劳动者以及整体经济效率来说是个好消息，但对于那位面临低成本竞争的美国劳动者来说则不是一个好消息。一些经济学家对此也进行了评论。迈克尔·斯宾塞（Michael Spence）在他精彩的书《下一次大趋同》（*The Next Convergence*）中解释说，全球市场的整合带来了严重的混乱局面，尤其是在劳动力市场中。

生产要素价格平衡的问题会产生一个尝试性的预测：美国生产制造者将倾向于把生产转移到海外，尤其是生产成本较低的地方。而事实上，在过去的20年里，美国在生产制造领域的就业率已经开始下降了。经济学家戴维·奥特尔、戴维·多恩（David Dorn）和戈登·汉森（Gordon Hanson）预测，来自中国的竞争能够解释美国生产制造领域的就业率为何降低了1/4。然而，当我们更仔细地看一下数据，全球化的故事可能会变得更不吸引人。自从1996年，中国生产制造行业的就

业率也出现了下降，并且也非常巧合地下降了大约25%——有超过3000万的劳动者在这个行业就业，虽然数量比以前少了，但产量却飙升了70%。当然，这并不是说美国劳动者正在被中国劳动者代替，而是在自动化技术的带动下，美国和中国劳动者的生产效率更高了。结果，这两个国家都正在用更少的劳动者生产更多的产品。

从长期来看，自动化影响最多的可能不是美国和其他发达国家的劳动者，而是以低成本劳动力作为竞争优势的发展中国家。如果你把机器人和其他自动化机器投入到生产之中，而不用考虑劳动力的大部分成本，那么低工资的竞争优势基本上就会消失。这种状况已经在发生了。富士康公司的郭台铭把成千上万的机器人投入到生产线上，以代替同等数量的人类劳动力。他说，他计划在未来购买数百万的机器人。第一批次将发往中国大陆和中国台湾的工厂，但一旦一种产业基本上自动化之后，那么把工厂建在低工资水平的国家就没有多少吸引力了。如果当地的商业生态系统是良性的，能够很容易地获取备用配件、补给品和客户定制组件，那么在物流方面还是有一定优势的。但随着时间发展，当降低制成品周转次数的优势以及距离目标消费群体更近、工程师和设计师等受到良好教育的劳动者的数量更多，或者甚至是离法律制度比较完善的地区更近的优势得以展现时，这种生产的惯性也有可能被消除。生产制造业就有可能重返美国，正像罗德尼·布鲁克斯这样的企业家一直在强调的。

一个相似的讨论也适用于生产制造业的外围。比如，交互式语音应答系统正在把电话呼叫中心的工作自动化。美国联合航空公司已经成功地进行了这种转型。这极大地影响了像印度和菲律宾这些国家的低成本劳动者。同样，很多医生过去习惯于把他们的口述录音发到海外进行转录，但现在越来越多的医生喜欢用计算机进行转录。在越来越多的领域，正在成为最具有成本效益的“劳动力”资源的，不是其他国家的人类劳动力，而是兼具智能和灵活性的机器。

如果你研究一下过去20年里迁移到海外的生产项目，你会看到它们都是一些相对常规且结构良好的项目。有趣的是，这些项目是很容易被自动化的。如果你要针对一份工作给某个人以精确的指导，你就能编写一个能够做同样工作的程序。也就是说，海外生产只是通往自动化道路上的一个中途站。

从长期来看，低工资是无法对抗摩尔定律的，通过削减工资以避开技术升级的做法仅仅是一个暂时性的保护措施。民间传说中的约翰·亨利再也无法和以蒸汽为动力的大锤一决高下了。[注]

---

1. 这与当我们对比和类比人类劳动力的工资和假设有辨识能力的机器人的工资时，所使用的概念没有什么不同。

2. 《约翰·亨利的民间传说》是由罗伯塔·弗莱克（Roberta Flack）说唱的一首歌曲，在这首歌曲中，约翰·亨利与蒸汽机竞赛开挖一条穿山而过的公路隧道。——译者注

第12章 与机器竞赛：你有多大胜算

“但它们是没有用的。它们只会给你提供答案。”

——著名画家巴勃罗·毕加索（Pablo Picasso）如是评论计算机

我们已经与很多不同的群体——从执行团队到广播听众，讨论了我们的研究发现和结论。几乎每一次讨论的时候，我们都会被问到类似这样的问题：“我的孩子还在上学。我怎样帮助他们为你所描述的未来做好准备呢？”他们口中所说的孩子有的正在上大学，有的还在上幼儿园，但他们所面临的问题是相同的。对第二次机器革命时代的就业机会关心的不仅仅是父母亲，学生本人、可能会雇用他们的组织机构的领导者、教育者、政策制定者和当选的政府官员，以及其他一些人士都在怀疑人类的哪些技能和能力（如果有的话），在技术持续提升的过程中，还会有一定的价值。

最近的发展进程表明，这是一个比较难以回答的问题。弗兰克·列维（Frank Levy）和理查德·莫尼恩在2004年出版的精彩著作《新劳动分工》就是对这一主题进行的最出色的研究和思考。他们认为模式识别和复杂沟通是人类相对于数字化劳动力更占有优势地位的两个宽广的领域。然而，正像我们看到的，情况并不总是这样。因此，当技术超越我们人类之时，它会不给我们哪一代人在所有领域（或者至少是大部分领域）留下发展的机会吗？

答案是不会。即使在那些数字化机器远远超越人类的领域，人类还是能够发挥关键性的作用的。这听起来有些自相矛盾，但象棋游戏能够说明为什么不会。

即使彻底失败，游戏也没有结束

1997年，卫冕世界冠军加里·卡斯帕罗夫在与“深蓝”的对弈中被击败之后，人类与象棋计算机之间的迎头较量就失去了吸引力。很显然，未来的竞争将是一边倒的。荷兰国际象棋大师扬·海恩·多纳尔（Jan Hein Donner）很形象地评论了人类象棋大师当下的观点。当被问到与一台计算机对弈前如何准备时，他回答道：“我会带一把锤子。”

看起来好像人类对象棋比赛已经贡献不出什么智慧了，但自由式国际象棋比赛的出现表明，事实远远不是如此。在这样的比赛中，比赛团队可以涵盖人类和数字化选手的任意组合。正如加里·卡斯帕罗夫本人在谈论2005年的一次自由式比赛结果时所说的：

人类选手和机器组合的比赛团队超越了最强大的计算机。象棋机器“九头蛇”（Hydra）——类似“深蓝”这种专门为国际象棋比赛设计的超级计算机，却无法与使用相对弱势的笔记本电脑的人类选手相抗衡。人类选手的战略指导加上计算机的精准战术，可以用所向披靡来形容。

在比赛之后，令人吃惊的结果出现了。获胜者被爆料不是国际象棋大师和最先进的个人计算机的组合，而是美国两位同时操作3台计算机的国际象棋业余选手。他们操纵和“指导”他们的计算机对比赛现场进行把控的技能和能力，简直可以与国际象棋大师和超强计算机选手的组合力量对国际象棋的出色理解力相匹敌。低水平人类选手+机器+出色的比赛技巧，要优胜于功能强大的单一的计算机，而且更不可思议的是，还优胜于高水平的人类选手+机器+平庸的比赛技巧。

自由式国际象棋比赛给我们带来的主要启示是，人和计算机无法以同样的方式处理同样的任务。如果他们能做到，那么人类在“深蓝”击败卡斯帕罗夫之后就贡献不出什么智慧了，而机器也可以学会如何效仿人类的对弈技巧，突破摩尔定律的束缚而飞奔前行。实际情况并不是这样的，一旦允许人类同机器进行比赛，我们就会看到在最高水平的国际象棋比赛中，人类还是可以贡献很多智慧的——而不是为了纯粹的对弈。

那么这些仍旧有价值的、独特的人类智慧和能力到底是什么？卡斯帕罗夫写到的是，比赛中的人类的战略指导vs.计算机的精准战术。但这两者之间的区别经常不够明显，尤其是无法在事前明确。就像我们在前面叙述到的，技术对程序性工作的涉入和影响要比非程序性工作深得多。

当然这种区别是有必要的，同样也是重要的（虽然操作流程都是程序性的，已经可以完全自动化了），但现在这两个任务之间的界线又不是那么明显了。例如，在半个世纪之前，几乎没有人会认为下国际象棋是一件程序性的事情，事实上，它还被认为是人类能力的最高表现形式。正像前世界冠军阿纳托里·卡尔波夫（Anatoly Karpov）对年轻时的偶像如是描述的：“我只是生活在一个简单的世界上，但大师们却生活在一个完全不同的世界里。这些大师绝对不是普通人，他们就像上帝或者神话般的人物。”但英雄人物也要从程序性的事情做起，“咀嚼”数字的计算机也不能免俗。然而，一旦人类与计算机合作，而不是与它们对抗，那它们的价值就要重新衡量了。那么，该如何衡量呢?

找到了！计算机也有不能做的事情

当卡斯帕罗夫描述他与保加利亚国际象棋大师维塞林·托帕洛夫（Veselin Topalov）的一场比赛时——在比赛期间他们可以自由咨询计算机，他提供了一条重要的线索。卡斯帕罗夫写道："虽然我们两个人都可以平等地使用同样的数据库，但在对弈的某个节点有新的想法的时候，优势还是能体现出来的。"当我们认真观察与分析计算机没有做过的事情时，这种新思想就会不断涌现出来。

我们以前从来没有看到过一台真正有创造性、开创性或创新性的机器。我们看到过能够创造押韵英文文本的软件，但没有人看到过哪台机器能够创造一首真正的诗歌。（因为英国大诗人威廉·华兹华斯描述道："诗歌是真情的自然流露，沉静中的思索与回忆。"）能写优美散文的程序就算是了不起的成就了，但我们还没有看到哪个程序能够想出下一步要写什么。我们也从来没有看到过哪个软件能编写出出色的软件。到目前为止，在这些方面的尝试都不幸失败了。

这些活动都有一个共同点，即需要思维能力，或者都要提出新的思想或概念，更准确地说，是好的新思想或概念。因为通过编程，计算机能够很容易地把词语这类先前存在的东西组合成新的东西。然而，从任何意义上看，这都不是重组式创新。就像满屋的猴子噼噼啪啪地敲击打字机，即使过去一万年，也写不出一幕莎士比亚戏剧。

具有各种思维能力是人类相对于机器的一大优势：科学家提出新的假设，记者们发现一个好的故事，厨师又给菜单增加了一道新式菜肴，工厂车间的工程师推算为什么一台机器已经不适合再运转了，苹果公司的史蒂夫·乔布斯和他的同事们推测出我们更需要哪种平板电

脑。这些活动中，很多都有计算机的参与，同时计算机也提升了活动的速度，但没有哪项活动是由计算机驱动的。

在这一章开始时，对毕加索的引用也就对了一半。计算机并不是毫无用处的，但它们仍旧只是提供答案的机器，而不会提出有趣的新问题。那种能力好像仍然仅仅属于人类，而且仍然拥有很高的价值。我们预测相对于数字化劳动力，拥有出色创造思想的人们在不远的将来还会继续保持相对的优势，他们还是会有用武之地的。也就是说，我们相信在现在以及不远的将来，当雇主们在聘用人才的时候，他们会听从启蒙运动时期的思想家伏尔泰的教诲："评判一个人要看他提出的问题，而不是他的答案。"

思维能力、创造力和创新经常被描述为"跳出固有的思维模式"，这种特征说明了相对于数字化劳动力，人类还拥有另一个发挥作用更大且更有理性的持续性优势。计算机和机器人离开了程序几乎无法做任何事情。比如，"沃森"是《危险边缘》中一个令人吃惊的选手，但在《幸运轮盘》和《价格猜猜看》，或者任何一个竞赛类电视节目中，它都会被一个孩子轻易地打败。除非它的人类创造者对它进行重新编程，"沃森"自己是无能为力的。

然而，"沃森"背后的IBM团队并没有去征服其他游戏节目，而是把注意力转向了其他领域，比如医学。但在这个新的领域，它还会受到自身设计构造的影响。可以毫不夸张地说：我们相信"沃森"最终能够成为一位出色的医生。虽然现在还是人类诊断医生们的天下，但正像"沃森"能够击败肯·詹宁斯、布拉德·鲁特和其他的《危险边缘》人类选手一样，我们预计"沃森"医生将会很快击败威尔比（Welby，美国20世纪70年代著名的电视剧角色，他是仁爱可亲而又说话直截了当的电视医生）医生、豪斯（House，是美国电视医务剧《豪斯医生》中的角色）医生，也会在真正的人类医生自己的节目中击败他们。

虽然计算机可以从预先设定的规则以及从先前病例的推断中为很大一部分病人做出诊断，但人类诊断医生仍可以发挥很大的作用，因为即使“沃森”医生完成了它的医学培训，也会面临疑难杂症不可避免地增长的现实。正如制造一辆100%无人驾驶的汽车比制造一辆在正常情况下行驶的汽车要难得多，而从根本上看，设计一台能够诊断所有病症的机器要比设计一台诊断最普通病症的机器困难得多。和国际象棋一样，如果一位人类医生能够与“沃森”医生开展合作，那么其判断力和稳定性要远远超过他们单独的诊断服务。正像未来主义者凯文·凯利（Kevin Kelly）所说的：“你未来的收益水平取决于你在多大程度上能与机器完美地配合工作。”

我们人类的优势

可以说，计算机在它们的设计框架之内更擅长于模式识别，但在框架之外则表现拙劣。这对人类劳动者来说是个好消息，由于我们的多重感官，我们内在的感知框架要比数字技术宽广得多。计算机的视觉、听觉甚至是触觉一直是在呈指数级提升的，但在一些任务处理中，我们的眼睛、耳朵和皮肤——更不必说我们的鼻子、舌头，远远超过了数字技术的同类感官。现在以及不远的将来，传感组件及其与模式识别结构的紧密结合，还会给我们的大脑带来一个更宽广的感知框架。

西班牙服装公司Zara（中文名为飒拉，为全球排名第三、西班牙排名第一的服装商）就是利用了人类的这一优势——而不是利用计算机，来决定应该生产哪种款式的服装。对大多数服装零售商来说，对服装市场进行预测并制订销售计划主要依靠商业统计数据，而这些统计数据要比服装摆在货架上的时间提前数月。但Zara却采取了另一种截然不同的方式。它专门经营快速时尚类的服装——主要是面向青少年群体，价格便宜且易于流行。因为这些风格的服装不论是流行还是消退都非常迅速，所以Zara要把它的工厂和仓库设置在能够快速生产和发货的地方——需要紧紧抓住流行热潮。为了解决“应该生产哪种款式的服装以及给每一家店铺如何发货”这个关键性的问题，Zara需要依靠全世界的店铺经理对货品进行准确订购，也就是说，用不了几天，货物就可以发到订购的店铺。

经理们对销售情况进行推测并不是运用运算法则，而是通过巡店，观察顾客（尤其是那些比较冷静的顾客）的穿着，并且就他们喜欢和想要的款式同他们交流，通常情况下都能获得很多收获。Zara的店铺经理要借助多种视觉模式识别系统（比如视频监控、图像搜索、

模式识别等），并且还要与顾客进行复杂性的沟通。使用这些信息主要是为了达到两个目的：依靠更多的信息对现有服装进行订购，以及对应该告诉总部哪一款新式服装在他们的店铺里更受欢迎进行思考和判断。在将来的任何时候，Zara也不会有把订购系统从人工订购转换成机器订购的计划，我们认为这个决定是非常精明的。

确是如此，思维能力、大框架的模式识别和最复杂程度的沟通是认知领域中人类仍然拥有优势，且未来一些时间里还将继续保持这种优势的几个方面。不幸的是，这些技能在今天的大部分教育环境下并不是要重点培养的，相反，初级教育往往会注重机械背诵以及读书、写作、算术的技能——也就是保守党议员威廉·柯蒂斯（William Curtis）爵士在1825年左右提出来的“3R”（顺便提一下，如果在技术上出现失误——就像是“3R”，一台机器是不可能起出一个让人难以忘怀的名字的）。[注]

---

1. “3R”是“Reading、Writing、Arithmetic”的缩写。据说这种说法来自致力于推广基础教育的伦敦市长柯蒂斯爵士的一句祝酒词：“To Reading, Riting and Rithmetic”（为读书、写作、算术干杯），他把“Writing、Arithmetic”这两个单词的第一个字母都略去了，是因为他自己读、写两方面都有问题还是为了凑够3个R，众说纷纭。但总而言之，从此人们就把读书、写作、算术叫作“3R”了。——译者注

适应第二次机器革命时代的技能需求，学校要变革

教育研究专家苏伽特·米特拉（Sugata Mitra）曾就发展中国家的贫困孩子在仅仅被提供一些恰当的技术手段就能进行自我学习的情况阐述过自己的观点，对强调机械学习的做法进行过一次猛烈的抨击。他在2013年TED（美国的一家非营利机构，宗旨是用思想的力量改变世界）大会的发言中——他也因此获得了100万美元的TED奖金，解释了这些技能在什么时候以及为什么是有价值的。

我尽力去观察并研究美国学校现在所使用的学习方法究竟源自何处，来自哪里？……它来自……我们这个星球上最后一个也是最大的帝国——大英帝国。

大英帝国的人们所做的事情非常令人吃惊。他们创造了一个由人组成的全球"计算机"，到今天依然伴随我们左右，它就是所谓的"行政官僚机器"。为了使这台"机器"运转，你需要很多很多的人。他们又制造了"生产"这些人的另一种"机器"——学校。就这样，学校"生产"的这些人成了行政官僚机器的组成部分……这些人必须要熟悉三种事情：他们必须要有漂亮的字迹，因为数据是要用手写的；他们必须要学会读；他们还要能够在头脑里进行加、减、乘、除运算。而且他们的各种能力也必须是统一的，你把一个人从新西兰运到加拿大，他的各项能力瞬间就可以恢复。注

当然，我们喜欢这种解释，是因为它把这一切描述为计算机和机器。但更根本的是，我们喜欢它是因为它指出了"3R"曾经是那个时代最发达的经济体最需要劳动者掌握的技能。正像米特拉指出的，维多利亚时代的英国的教育体系在那个时段、那个地方的设计是完全合理

的。但那个时段、那个地方现在已经不属于我们了。米特拉继续阐述他的观点：

维多利亚时代的人们是伟大的工程师。他们规划设计了一套至今我们仍在使用的教育体系，这套体系还在继续为一台已经不存在的机器“生产”着整齐划一的人们……（今天）我们的职员已经变成了计算机，它们成千上万地分布在我们的每间办公室里。而你也得需要有人“指导”这些计算机做日常性的工作。这些人不需要有漂亮的字迹，也不需要在头脑里对数字进行乘法运算。他们需要掌握的是阅读，只不过，他们事实上需要的是那种有辨识能力、眼光敏锐的阅读。

米特拉的研究表明，即使是贫困、未受教育的孩子们也能够学会敏锐地阅读。他的学习研究小组中的这些孩子，能够使用科技手段在更广阔的领域内查找相关的信息，并且还可以彼此讨论学到的东西，最终形成的往往是正确的新思想（对他们自己来说）。也就是说，他们获取并展示了思维能力、大框架模式识别能力和复杂沟通能力。可以说，米特拉所观察到的自我组织的学习环境看起来好像正在培养孩子们超越数字化劳动力的技能。

我们可能不应该对此太过吃惊。自我组织的学习环境自出现以来，在短时间内就培养了很多能与机器竞赛的出色“选手”。在20世纪早期，意大利医学与幼儿教育专家玛丽亚·蒙台梭利（Maria Montessori）就开创了现在仍以她的名字命名的初级教育体制。蒙台梭利课堂强调自主学习、动手实践并真实接触多种多样的素材（包括植物和动物），课堂风格也相对自由、松散。在最近一些年里，这种教育体制培养出的毕业生包括Google的创始人拉里·佩奇（Larry Page）和谢尔盖·布林（Sergey Brin）、亚马逊公司的创始人杰夫·贝佐斯（Jeff Bezos）以及维基百科的创始人吉米·威尔士（Jimmy Wales）。

这些例子只不过是未来这种更显著的发展趋势的一小部分。管理研究专家杰弗里·戴尔（Jeffrey Dyer）和赫尔·葛瑞格森（Hal

Gregersen）采访了500位著名的创新者，发现他们之中有相当一部分人也是在蒙台梭利学校就读的——都是在好奇心的驱使下主动学习的。正像彼得·西姆斯（Peter Sims）在《华尔街日报》的一篇博客文章中写道的："蒙台梭利教学法可能是加入创造精英俱乐部的必由之路，这种教学法培养出来毕业生遍布各地，甚至有人怀疑这简直就是蒙台梭利黑手党行为。"不论这是否是黑手党行为，安迪都极其确信自我组织的学习环境的力量。他在开始上学的时候就是蒙台梭利学校的孩子，他完全赞同拉里·佩奇所说的："在某种程度上，教育培训的目的不是要让你遵从规则和秩序，而是要让你学会积极主动，敢于怀疑这个世界的一切，敢于做与众不同的事情。"

在新机器革命时代，我们对如何成为一位有价值的知识型劳动者的建议非常简单明确：要努力提升你的思维能力、大框架模式识别的能力以及复杂沟通的能力，而不仅仅是"3R"。还有，要抓住一切机会利用自我组织的学习环境，因为这种环境已经有很多成功的技能培养案例。

---

1. 米特拉之所以提新西兰和加拿大这两个国家，是因为它们都是英联邦成员国。——译者注

失败的大学

当然，这说起来要比做出来容易得多，而且看起来好像很多教育环境做得并不好。其中，我们无意中发现的一个最有力的证据是，社会学家理查德·阿鲁姆（Richard Arum）和乔西帕·洛克萨（Josipa Roksa）在他们的书《学术的迷失：大学校园有限的学习》（*Academically Adrift: Limited Learning on College Campuses*）以及之后的研究中做出的总结，他们认为现在学生获得的技能都是不合时宜的。阿鲁姆和洛克萨使用的是大学学习评估系统，这是近年来开发的面向大学生的，以评估他们在批判性思维、书面交流、问题解决和分析推理等方面能力的考试系统。虽然大学学习评估是通过计算机操作的，但它也需要提交论文，而不是做多项选择题。其中一个主要部分是表现性评价任务，也就是给学生们一些背景文字材料，并且让他们利用这些材料在90分钟之内写出一篇文章，当然还要求有自己的观点或建议。总起来说，表现性评价任务是测试学生思维能力、模式识别能力和复杂沟通能力很好的方法。

阿鲁姆、洛克萨和他们的同事跟踪了美国专科和本科院校中2300多名攻读4年学位课程的全日制学生。他们的发现让人吃惊：45%的学生表示在大学学习两年之后，他们的大学学习评估成绩没有提升；而有36%的学生表示在经过4年的大学学习之后，他们的这一成绩也没有任何提升。实际上，在经过4年的大学学习之后，大学学习评估成绩平均的提升也是很小的。考虑到大学一年级新生可以获得50%的评估分数，如果有一位学生在4年的大学时间里获得的提升是平均的，那么和另一群即将入学的大学新生的测试分数相比，他仅仅可以获得60%~80%的测试分数。大学学习评估是一套非常新的评估系统，我们不知道在过去是不是评估结果更好，但对先前使用其他测试系统的研

究结果显示，情况确实是这样的，仅仅在几十年之前，普通的大学生从大学一年级到高年级阶段，所学习的内容都要多得多。

这些令人失望的结果说明了什么？根据阿鲁姆、洛克萨以及他们同事的记录和分析，今天的大学生只花费9%的时间在学习上（相比起来，他们用在社交、娱乐和其他方面的时间占比却高达58%），远远低于几十年前，而且只有42%的学生报告说在上一学期他们上过一门需要他们一周至少读40页书、写20页论文的课。他们写道：“从这项研究中我们得到了高等教育的真实图景，那是一种对社会交往格外关注，而疏于理会学术经历的教育体制。学生们在学习上用的时间很少，教授们也很少要求他们阅读和写作。”

然而，他们也发现，在每一所大学都有大学学习评估成绩获得很大提升的学生。一般情况下，这类学生花费在学习上的时间更多（尤其是独自学习的时间），他们对阅读和写作的课程需求更多，也需要更多的指导。这种模式非常适合教育研究专家欧内斯特·帕斯卡雷拉（Ernest Pascarella）和帕特里克·特伦兹尼（Patrick Terenzini）所得出的结论，他们在他们的书《大学如何影响学生》（*How College Affects Students*）中对其20多年的研究成果进行了总结。他们写道：“大学的影响基本上是由个人努力以及学术氛围、人际交往和学校的课外活动这些综合因素决定的。”

从这一点上我们可以给学生们和家长提供一个基本的建议：努力学习，使用科技手段和其他一切可以利用的资源把你的“工具箱”填满，并且还要获得第二次机器革命时代所需要的技能和能力。

那些最不容易失业的职业

获得优良的教育，是你在与技术竞赛中不至于落伍的最佳手段。让人气馁的消息是，今天有很多学生好像都至少在浪费多个接受教育的机会。好消息是，现在技术可以提供比以前更多接受教育的机会。

自主学习的学生和现代技术手段的结合将是一种可怕的力量。线上可以获取的最佳教育资源应该能够让学习者创造出自我组织和自我调整的学习环境，这种学习环境能够让学习者根据学习材料来自主安排学习时间，而且还能够测试并告诉他们是否掌握了所学内容。可汗学院（Khan Academy）是这些教育资源中最佳的线上教育资源之一，它是由当时的对冲基金经理萨尔曼·可汗（Salman Khan）开创的。它在创始之初，只是作为线上随拍视频和YouTube视频课程的一部分，目的是教他的年轻亲戚和朋友学习数学。但之后随着视频课程的人气增加，2009年萨尔曼·可汗辞去了工作，专心致志地制作在线教育材料，并免费向所有人开放。到2013年5月时，可汗学院已经积聚了超过4100段视频，大部分视频的长度也就是几分钟，所涉及的课程涵盖算术、微积分、物理，甚至是艺术史。这些视频已经被观看了2.5亿多次，学院的学生解决了超过10个自动生成的问题。

可汗学院一开始主要针对的是初级学校的孩子们，但相似的工具和技术也可以被用于高等教育，也就是大规模网络开放课程，或者称之为MOOCs（即Massive Online Open Courses的缩写）。2011年，在这一领域进行了一个最有趣的实验，当时一位名叫塞巴斯蒂安·特伦（Sebastian Thrun）的顶级人工智能研究者（也是Google无人驾驶汽车的主要研发人员之一）宣布，他仅用邮件就能向斯坦福大学的学生甚至是在互联网上观看免费线上开放课程的学生传授人工智能的研究生课程。最终，超过16万学生报名参加了这一课程。他们之中有数万学

生完成了所有的练习、考试和其他学习要求，而且还有很多人做得非常好。事实上，斯坦福大学这一课程的最佳表现者在所有在线学生之中仅仅排在第411名。正像特伦所说的："我们发现了世界上有400多个学生超过了斯坦福大学的顶级学生。"

在第9章，我们描述了那些拥有大学学位和没有大学学位的劳动者之间正在增长的收入鸿沟。我们麻省理工学院的同事戴维·奥特尔总结了他的研究成果，他写道："学校教育对劳动者未来收入的回报正在日益与4年大学和大学毕业后获得的学位关联密切……没有接受过大学教育的劳动者在收入分配体系中的位置是相对比较接近的，而接受教育程度最高的群体则把他们远远抛在身后。"和接受教育程度更低的劳动者相比，大学毕业生失业的可能性会更小。经济记者凯瑟琳·兰佩尔（Catherine Rampell）分析指出，自从2007年经济萧条以来，只有大学毕业生群体出现了就业增长，而在2011年10月，学士学位持有者的失业率是5.8%，仅仅相当于副学士学位失业率的一半（其失业率为10.6%），而这一比例是仅仅接受高中教育的劳动者的1/3（其失业率为16.2%）。

大学教育之所以会升值，部分是因为很多种的原始资料和数据正在变得极其廉价，而当资料和数据变得廉价时，逐渐增加的瓶颈是阐释和使用这些资料和数据的能力。这也反映了Google首席经济学家哈尔·瓦里安经常提到的就业建议：针对将要变得廉价和充裕的事物，寻找必不可少的填补。例子包括数据科学家、手机应用程序开发人员，以及基因咨询师——当越来越多的人需要基因排序时，这一职业就有了需求。比尔·盖茨曾经说过，他选择进入软件产业只是因为他看到了计算机——尤其是微型计算机，正在变得廉价和无所不在。在创建亚马逊公司之前，杰夫·贝佐斯系统分析了低成本互联网商业的瓶颈和机遇，尤其是大规模商品的发展能力指标。今天，大学毕业生的认知技能，不仅包括科学、技术、工程和数学——也就是所谓的STEM（Science、Technology、Engineering和Math的缩写）学科，还包括人

文学科、艺术和社会学科，往往都是低成本资料和数据以及廉价计算机的补充。这都可以帮助就业者获得升值工资。

然而，大学升值的另一个原因并不值得让人欢欣鼓舞：越来越多的雇主都在要求雇员拥有大学学位，即使是对低层次的工作。正像兰佩尔写道的："大学学位正在变成新的高中文凭——新的最低要求，虽然它是昂贵的，即使是为了获得低层次的工作……从工业到地理学领域，其他很多并不需要一份文凭的工作——像牙科保健员、货运商、店员和理赔人员等职位，对文凭的需求也在增加。"这种"学位通货膨胀"正在带来很大的麻烦，因为大学教育是昂贵的，它会让很多人陷入债务深渊。事实上，到2011年年底，美国的学生贷款总额已经超过了全部尚未偿还的汽车贷款，也超过了信用卡负债。我们希望MOOCs和其他教育创新最终能为传统大学提供一个低成本的替代方案，而且我们希望雇主也能够认可这种教育方式，但在那之前，大学学位仍然是大多数职业的敲门砖。

在未来，越来越多的职业将不是纯粹的信息类工作——那种坐在办公桌前就能完成的工作。相反，这些工作还需要在物质世界里穿梭、互动。这是因为在这样的世界里，计算机仍然是相对弱小的，即使它们在很多认知性的工作中能展现出强大的能量。

类似无人驾驶汽车、无人驾驶飞机、Baxter机器人和能够"绘制"一个房间地图的Kinect传感器这样的技术进步都在表明，机器在现实世界中的能力已经取得飞速发展，但下面提到的这个能折叠毛巾的机器人也说明了，我们离突破莫拉维克悖论还有多远的距离要走。伯克利的一个研究团队用4台立体摄像机和一套运算法则，装配了一台能够"看见"单块和成堆的毛巾在哪里的类人机器人。这套运算法则能够恰当地运转：机器人可以成功地抓起毛巾并进行折叠，虽然有时候它不会一次成功。然而，它折叠一块毛巾花费的时间平均达到了1478

秒，或者说超过了24分钟。机器人要花费大部分时间观察毛巾在哪里，以及如何才能抓住它。

像这类的结果说明，厨师、园艺师、修理工、木工、牙医和家庭健康护理员在短时期之内是不会被机器代替的。所有这些职业都牵涉到感觉运动，而且它们之中的很多工作也需要思维能力、大框架模式识别能力和复杂的沟通能力。当然，并不是所有的这些工作都能获得丰厚报酬，但它们也是在与机器竞赛中最不可能与机器迎头相撞的工作。

然而，这些职业可能也是最容易面临激烈竞争的。随着劳动力市场两极分化日益加剧，中产阶层出现了持续的空心化，那些之前从事中等技能知识工作的人们也开始寻找更低技能和工资水平的工作。例如，在开具医疗账单的专业人员的工作被自动化之后，他们就可能开始寻找家庭健康护理员的工作。这个行业就会面临薪水下降的压力，人们求职也会变得更加困难。简单地说，即使家庭健康护理员的工作不大可能被自动化，他们也未必能在数字化影响的背景下全身而退。

未来并不遥远

但不得不说，我们在这里所提出的任何预测和建议都不能被看作真理。我们没有预测计算机和机器人在不远的将来能够获得思维能力、大框架模式识别能力和高超的复杂沟通能力，而且我们也不认为莫拉维克悖论能够很快被完美地解决。但从数字化进步中我们获得的一个经验是，“永远也不要说绝不会”。就像很多其他观察者一样，当数字化技术不断地把科幻小说所描述的技能和能力展示在我们面前时，还是让我们惊叹不已。

事实上，人类独特的创造力和机器能力之间的界限一直在改变。让我们回到1956年的国际象棋比赛，13岁的少年天才博比·菲舍尔（Bobby Fischer，美国历史上首位也是唯一一位国际象棋世界冠军）在与国际象棋大师唐纳德·伯恩（Donald Byrne）的对弈中展示了其极富创造力的两套走法。起先他牺牲了他的“马”，好像一无所获，然后又将“后”置于被吃掉的境地。表面上看，这几步走法显得很愚蠢，但几步之后，菲舍尔却利用这些走法赢得了比赛。他的创造力在那个时代就是天才的象征。然而今天，如果你把当时的棋局编写进一套普通的象棋程序，菲舍尔的布局战法几乎就可以一目了然了。这并不是因为计算机记住了菲舍尔和伯恩的棋局，而是因为它早就提前看到了这些走法会赢得比赛。有时候，经过解析，一个人的创造力完全可以变成一台机器的强力攻击。

更多令人吃惊的事情还在后面，对于这一点，我们信心满满。在与世界一流的技术专家共事，并看到彰显人类特色的一座座堡垒在不可能阻挡的创新攻击面前被攻破之后，我们发现，对于任何特定的工作都能无限地抵制住自动化攻击的浪潮已经越来越没有信心了。这意味着人们在追寻自己的职业梦想时，将需要更多的适应性和灵活性：

要做好随时从更易于被自动化的行业全身而退的准备，还要抓住新的机遇去填补机器留下的空白、增强人类独特的技能。可能，我们将来会看到一个可以俯瞰商业发展全景、发现商业机会、描绘商业计划，甚至是出色到风险投资者随时准备投资的程序被开发出来。可能，我们将来会看到一台针对一个复杂主题可以撰写一篇思维缜密、有预见力文章的计算机被设计出来。可能，我们将来会看到一位具备人类医生所有知识和能力的自动化“诊疗医师”被研发出来。还可能，我们将来会看到一台能够走上楼梯进入一位老年妇女的卧室，帮助她测量血压、采血，并且询问她是否已经吃过药，而且在这一过程中让她感到安逸、舒适而不是让她担惊受怕的计算机。虽然我们认为所有的这些进步不可能很快就到来，但从经验中得知，我们很容易低估数字化、指数级增长和组合式创新的力量。因此，永远也不要说绝不会。

第13章 竞争与选择：如何应对这个全新的世界

“政策就是一种很容易改变的临时信条，但一旦它适用，人们就会以宗教般的热情去实施。”

——莫罕达斯·甘地（Mahands Gandhi）

印度民族解放运动领导人和印度国家大会党领袖

既要推动第二次机器革命时代产生更多的红利，又要努力缩减各个阶层收入的分化，或者至少是削减它的负面影响，我们应该做些什么？在保证尽可能少的人们被远远抛在后面的前提下，我们如何在最大程度上推动技术的进步？

现如今，几乎每天都有科幻小说提到的技术变成现实。看起来好像技术的大跨度是有必要的，但事实并不是这样，至少现在不是。在任何标准的“经济学101”（即经济学入门课）教科书中，我们都能够找到很多关于增长和繁荣的建议，这些建议不论在当下还是在不远的未来都有可借鉴之处。在我们与政策制定者、技术专家和商业管理人员进行讨论时，我们吃惊地发现这些建议背后的逻辑经常是混乱不清的。这也是我们写这一章的目的。

技术催生教育方式的变革：经济学家也会赞同的事

现阶段，标准的“经济学101”教科书仍然可以给我们提供恰当的指导，因为尽管最近出现了很大的技术进步，但数字化劳动力仍旧不能完全替代人类劳动力。机器人和计算机，按照现在的能量和能力，是不会很快就替代我们所有工作的。Google无人驾驶汽车仍旧无法在所有路面上或所有路况下行驶，当一位交通信号员或交通警察出现在街道中间以人工方式指挥交通时，它还是不知道应该如何应对（车辆将不会继续行驶，也不会从那个人身上碾压过去，而是停下来等待恢复正常秩序）。能够使“沃森”们发挥强大功能的技术正在逐步应用于很多领域，包括健康护理、金融和客户服务，但眼下这一系统只不过是一位出色的《危险边缘》选手而已。

在短期之内，公司仍将需要人类劳动力给它们的客户提供满意的服务，仍将需要人类劳动力帮助它们取得经济上的成功（下一章我们将讨论长期发展趋势）。是的，第二次机器革命时代的技术正迅速地离开实验室，进入商业的滔滔洪流之中。但即使技术的进步非常迅速，我们仍旧需要很多人工收银员、客户服务代表、律师、驾驶员、警察、家庭健康护理员、经理和其他劳动者。他们并不都是处在被计算机浪潮冲刷、清洗掉的危险边缘。2013年3月，美国的劳动力总数达到了1.42亿；对每个人、每种情况来说，他们的雇主都选择他们而不是数字化技术——即使数字化技术经历了50多年商业计算机的提升、30多年个人计算机的提升，以及差不多20年互联网的提升。虽然那些雇主在未来很有可能更多地选择数字化劳动力，但也不是很快就能实现的，而且也不会覆盖到所有职业。

当前应对我们劳动力挑战的最好途径是促进经济的增长。当公司看见增长的机会时，它们中的绝大多数就需要雇用人们去抓住这些机会。工作机会随之增长，劳动者的未来前景也会相应提升。

但只要增长变得容易实现，关于哪些路径能够带来更快经济扩张的争论就会激烈起来。尤其是，在这一领域对政府所发挥的恰当作用一直就有激烈的争论。经济学家、政策制定者、商业人士不约而同地都在讨论货币政策问题（比如，美联储应该增加货币供应吗？银行应该负担多大的利息？）以及财政政策（比如，政府应该花掉它筹集上来的钱吗？它能够承担多少债务？个人所得税、营业税、公司税和其他税收的合理水平和分配比例应该是多少？最高税率应该是多少），对于这些问题的争论虽然没有共同的基础，但却是根深蒂固、此起彼伏的。不论你是否学习过为乔治·布什和米特·罗姆尼（Mitt Romney）提供咨询的保守派经济学家、哈佛大学教授格雷格·曼昆的畅销教材《经济学原理》，或是为约翰·肯尼迪和林顿·B.约翰逊提供咨询的自由派经济学家、麻省理工学院教授保罗·萨缪尔森的《经济学》（*Economics: An Introductory Analysis*），你都会学到很多相同的东西。(注)不论是从优秀的“经济学101”教科书中，还是从优秀的经济学家那里，你都会听到更多对政府在提升经济增长中所发挥作用的赞同，而媒体对政府作用的评论却尖酸刻薄得多。我们也赞同“经济学101”教科书中的观点，并且也认为在机器持续进步的过程中，它始终都能有效地解释这种发展与进步。

这类教科书支持政府的经济政策，以及在一些重要领域的干预政策。这些政策并不都是与第二次机器革命时代的数字化工具相关的。这是因为在一个技术光辉灿烂的时代，我们要做的很多事情都不是与技术本身相关的。相反，这些事情更多的是关于如何提升经济增长，以及获得更多的发展机会。下面就是我们的“经济学101”教科书对此的指导策略。

1.如何把你的孩子教好

美国是20世纪前半叶当仁不让的初级教育领导者，因为它已经意识到了教育的不平等是“教育与技术之间的竞赛”——我们使用了简·丁伯根（Jan Tinbergen，经济学领域第一位诺贝尔奖得主）创造的这个短语，后来克劳迪娅·格尔丁（Claudia Goldin）和劳伦斯·卡茨在2010年撰写了一部有影响力的书，也使用这个短语当作书名。当技术进步得太快而教育跟不上其步伐的时候，普遍性的不平等就出现了。美国在20世纪初就意识到了这一点，并对初级教育进行了大规模的投资。例如，根据格尔丁的记载，到1955年，美国差不多80%的年龄在15岁到19岁之间的孩子都升入了高中，这一教育水平是当时欧洲国家的两倍还多。

而在过去的半个世纪里，美国在初级教育方面的优势地位消失了，在富裕国家中只处于中下水平，甚至在某些领域更糟糕。2009年由经济合作与发展组织实施的国际学生评估项目（Programme for International Student Assessment，缩写为PISA，该项目对接近完成基础教育的15岁学生进行评估，测试学生们能否掌握进入社会所需要的知识与技能）最近的调查发现，在34个国家的15岁学生中，美国学生在阅读能力上的排名是14位，在科学能力上的排名是17位，在数学能力上的排名是25位。正像教育研究专家马丁·韦斯特（Martin West）总结的：“在数学能力上，美国15岁孩子至少要比加拿大、日本和荷兰等6个国家的同等年龄的孩子低整整一年。而另外6个国家的孩子，包括澳大利亚、比利时、爱沙尼亚和德国，要比美国孩子的表现能力至少高半年。”

填补这道鸿沟的经济福利可能非常多。经济学家埃里克·汉纳谢克（Eric Hanushek）和卢德格尔·沃斯曼因（Ludger Woessmann）在对50个国家有价值的数据进行了40年的研究后发现，在提高测试分数和更快的经济增长之间存在着紧密的联系。这说明如果美国想把它的学生

水平提高到世界领先水平——尤其是因为美国在生产产品、提供服务的很多方面都非常需要熟练的劳动者，它可能就得需要大力促进GDP的增长。而且，教育程度最高的地方，像得克萨斯州的首府奥斯汀市、波士顿、明尼阿波利斯市、旧金山，都拥有较低的失业率，这绝对不是一件巧合的事情。

据说美国最伟大的思想就是大众教育。现在大众教育仍然适用于各个层面，不仅是K–12教育（Kindergarten Through Twelfth Grade的缩写，指从幼儿园到12年级的基础教育阶段）、大学教育，还包括学前教育、职业教育和终身学习体系。

那么，我们如何获得更好的结果呢?

带来教育变革的新技术

通过引入过去一二十年里发展的数字化技术，我们可以改变教育的方式。好消息是，和媒体、零售、金融或者生产制造行业相比，教育在技术使用上大大落后了。这是个好消息，因为它意味着我们只要追赶上其他行业，就能收获很大。在未来的10年时间里，这一领域的创新者将大有可为。

MOOCs是一个值得提倡的大规模教育创新实验。在前面章节里，我们对个人教育课程进行推荐时，便讨论过任何人都可以免费申请的MOOCs。但在这里，我们想特别指出这一课程的两个主要经济福利。

第一个最明显的福利是，MOOCs能够使对最佳教师、最佳内容和最佳学习方法的低成本复制成为可能。正像我们今天只听世界上最出色的歌手或者大提琴手演唱和演奏的作品一样，学生们将能够很快地接触到最令人兴奋的地质学演示图表，听到对文艺复兴时期的艺术最具深刻见解的讲解，以及使用学习和掌握数字化技术最有效的练习方法。在很多情况下，我们都将目睹学校“翻转课堂”的出现，这种课堂

的特色是让学生在家里听老师讲课，而在学校完成传统的家庭作业——练习、问题答疑和写作，这时同学、授课教师、指导教师都能够提供帮助。

来自教育数字化第二个比较隐性的福利最终将会更加重要。数字化教育创造了一个巨大的数据流，便于反馈给教师和学生。施教者可以尝试各种教学方法并能做到有效控制，进而培育一种持续提升的文化。例如，一门通过麻省理工学院在线学习项目（MITx）教授的课程就记录了2.3亿次的课程材料点击量，而在课堂讨论区也有十几万条评论。该在线学习项目的负责人阿南特·阿加瓦尔（Anant Agarwal）说，当看到数据显示他一半的学生在观看视频授课之前就已经开始做作业时，他感到很吃惊。实际上，一旦学生们在完成作业的过程中碰到特别的困难，他们就会主动地去理解授课内容、寻找解决问题的方法。

实际上，MOOCs真正的影响远远超出了我们的想象，它可以增加获得最出色教师指导的可能性，设计出提高全面指导水平的方法，评估并找到使学生能力迅速提升的思路。从某种程度上讲，我们的教学方法上千年都未改变过：授课者一个人站在学生面前，用粉笔和黑板传授思想。我们的年轻一代已经做好了通过数字化和各种分析手段使能力得到迅速提升的准备。正像我们的朋友、技术研究专家和教授文卡特·文卡特拉曼（Venkat Venkatraman）所指出的：“我们需要的是学习和教学的数字模式，而不仅仅是覆盖在传统的教学和学习模式之上的技术。”注我们不能准确地预测哪些方法会被创造出来，又有哪些方法会传播开来，但我们确实看到有一条清晰的路径在指引着巨大的进步。这一领域的热忱和乐观主义正在感染着越来越多的人们。就目前大量的新技术以及正在被开发出来的技术而言，可以确定它们中的一些技术——事实上我们认为有很多，都将会大大提升我们当前的教学和学习方法。

教育的数字化与教师的责任

如果要从众多教育研究中总结出一个观点一致的发现，那就是教师至关重要。事实上，一位出色教师的影响力是非常大的。经济学家拉吉·切蒂（Raj Chetty）、约翰·弗里德曼（John Friedman）和乔纳·罗考夫（Jonah Rockoff）在研究了美国250万名学生后发现，那些分派给更出色的教师（通过这些教师对学生们的测试分数的影响来衡量）教育的学生在成年之后的收入会更多，而且更有可能考入大学，另外他们在青少年时期生育孩子的可能性也更小。这几位经济学家还发现，水平低下的教师和平均水平的教师之间的不同，以及平均水平的教师和优秀教师之间的不同，在重要性上几乎是相同的。正像他们所写道的："在我们的样本中，对普通的班级来说，用平均水平的教师来代替处于底层水平的5%的教师，将会给根据学生未来一生收入所评估的现值带来超过25万美元的增加额。"

所以，很明显，美国的教育改革就应该包括努力吸引并留住出色的人才从事教育事业，而对教学表现一直差强人意的教师进行劝退或者进行再培训。

相应的改革措施还应该包括更长的学校学习时间、更长的学习年限、更多的课外活动以及更多的学前教育机会。哈佛大学经济学家罗兰·弗莱尔（Roland Fryer）对成功的特许学校（Charter School）(注)进行研究后发现，成功的做法很简单（如果不是很容易）：更长的学习时间、额外增加的学习天数，以及对学生进行没有任何借口的、一以贯之的测试（对教师也要做隐性的评估）。这种方法已经帮助新加坡和韩国在国际学生评估项目的测评中获得较高的排名——这两个国家都依赖对所有年龄段的孩子进行标准化的测试。延长学习年限可能尤其对贫困家庭的孩子更有利，因为研究发现，在学校上课的时候，富家子弟和贫困家庭的孩子的接受能力基本是相同的，但贫困的孩子在放暑假之后就落在后面了。

然而，测试也存在一种风险，那就是它鼓励教师只教授测试知识，而忽略了其他形式的学习。我们并不是认为测试性教学不好，至少通过测试，学生能真正获得一些技能，包括在全球化、信息社会中所需要的很多基本能力。但也要承认，随着机器能够处理越来越多的日常性工作，一些很难测评的技能，像创造力以及对非结构化问题的解决能力，其重要性都在逐渐增加。麻省理工学院的班格特·霍姆斯特朗（Bengt Holmstrom）和斯坦福大学的保罗·米尔格罗姆（Paul Milgrom）所做的开创性研究就表明，对完成测试目标的强烈刺激会把很难测试的目标排除在外。他们提出了一个明智的解决方法：用工作安排和任务分配来解决。让一部分教师承担大部分测试目标，而给那些聚焦于难以测试的目标的教师提供充足的时间和资源，并保护他们以免被淘汰。原则上，这一做法是可以在这两个目标之间达成最佳结果的。

毋庸置疑，提升教育水平，进而提供更多我们经济所需要的、有效使用新技术的填补式技能，会大大增加我们所获得的红利。我们也希望提升教育水平能够有助于削减收入分化，尤其是在这种分化是由技能型技术变革导致的情况下。大体上，这是一种供求关系。减少低技能劳动者的供应将会减轻一些促使他们薪酬下降的压力，而增加教育程度较高的劳动者的供应将会减少一些领域的用工短缺。我们也认为，恰当的教育思路不仅能够提升学生的未来前景，也能提高整个社会的未来预期，进而能够培育我们的创造能力。

但我们也要现实地看待使用新技术教育手段的程度。在这方面，那些充分利用了当前网络教育资源的人们，有着很高的主动性和积极性。我们知道在网上学习大学课程的有12~14岁的孩子，对于这些课程，他们之前从来没有接触过。然而，与他们同龄的孩子们却没有参与其中。因此，他们知识方面的鸿沟就变大了。这里的教训是，除非我们真的努力去扩展教育数字化的影响力，否则它并不能自动减少收入分化。

2.培育创业精神

我们拥护企业家精神，但不是因为我们认为每个人都能或者应该开一家公司。相反，那是因为企业家精神是创造工作和发展机会的最好思路。随着一些传统工作种类的消失——伴随着消失的还有对相应技能的需求，经济体系必须创造新的工种和行业。对此最为擅长的是富有开创精神的创业家们，而不是有心无力的政府领导者或者只是空想的学术专家。托马斯·爱迪生、亨利·福特、比尔·盖茨和其他很多企业人士都开创了新的行业，大大替代了农业工作消失几十年后被淘汰掉的工作。当前经济的转型也创造了一个同等规模的机会。

至少从经济学家约瑟夫·熊彼特创作于20世纪中期、论述资本主义和创新本质的里程碑式作品问世以来，企业家精神就是“经济学101”教科书一个很重要的部分。熊彼特提出了我们认为最中肯的创新定义——“一种新型的技术或者组织手段向市场推广的过程，而不仅仅是创造”，而且就像我们一样，他认为创新基本上就是一个重组的过程，“是一种新组合的创造过程”。

他还认为，创新在现有公司发生的可能性要低于那些正在冉冉升起、意欲取而代之的新兴公司。正像他在《经济发展理论》（*The Theory of Economic Development*）一书中写道的：“一般说来，能够实现组合式创新的……绝不是从传统公司崛起的公司……这种创新模式不属于铺设铁轨的公共马车的主人。”实际上，企业家精神是一种创新的引擎，也是工作机会增加的主要源泉。在美国，它事实上差不多是创造工作机会的唯一引擎。在2010年公布的一项研究报告中，考夫曼基金会的蒂姆·凯恩（Tim Kane）使用美国人口普查局的数据，把所有的美国公司分成两个大类：新品牌的创业公司和现有的公司（那些成立时间至少有一年的公司）。他发现在1977年—2005年差不多有7年的时间，现有公司作为一个群体都是“净工作机会”的破坏者，每年要失

去平均大约100万份的工作机会。形成明显对比的是，创业公司每年所创造的“净工作机会”平均是300万份。

之后，约翰·霍尔蒂万格（John Haltiwanger）、亨利·海特（Henry Hyatt）和他们的同事所做的研究也证实，在创业公司里创造的“净工作机会”要明显高得多，即使在这些公司里薪酬比较低。他们的研究也表明，创业公司也会带来更多就业市场的“重新洗牌”。这听起来并不像一个让人兴奋的现象，但事实上却并非如此，因为劳动者只是在各工种之间寻找更好的就业机会。“重新洗牌”对于一个健康的经济体来说是重要的，但它在经济衰退期间会急剧减少，因为在这种背景下，劳动者更不愿意放弃手中的工作机会。然而，他们这个研究小组发现，创业公司在大萧条期间以及之后都能创造更多就业市场重新洗牌的机会，这意味着在经济困难时期，创业公司对转移工作机会的劳动者能提供更多的需求。

美国的创业环境一直是令世界其他地方羡慕的，但让人不安的是，美国创业的土壤已经越来越不够肥沃了。由经济学家罗伯特·费尔利（Robert Fairlie）组织实施的一项考夫曼基金会的研究项目发现，虽然在1996年—2011年，新商业企业信息的比率在上升，但这些创业公司大多只有一位雇员——创始人。实际上，这种类型的创业精神在大萧条期间也是增长的，因为有一些创业者可能就是失去工作之后又进行了自主创业。与此同时，在1996年—2011年，雇主公司（也就是至少雇用一个人的创业公司）的再生速度却下滑了20%还要多。

这种下滑背后的原因还不完全清楚，但潜在移民的创业潮可能是其中的因素之一。在2012年，企业人士威维克·瓦德华（Vivek Wadhwa）、政治学家安娜利·萨克森尼安（AnnaLee Saxenian）和弗朗西斯·西西里阿诺（Francis Siciliano）一起对他们之前所做的移民企业精神的研究进行了重新思考。他们发现：“数十年来第一次，移民创建公司的增长比率开始停滞——如果不是下降的话。与几十年前由移民

引领的企业精神相比，在最后的7年时间里，这种发展趋势变得平缓起来。”这一变化在硅谷表现得最为明显：1995年—2005年间，在那里创建的超过一半的公司至少有一位创建者是移民。而在2006年—2012年间，这一比例几乎下降了10个百分点——即43.9%。

另一个普遍被引用的压制企业精神的罪魁祸首是过度的监管。创新研究专家迈克尔·曼德尔（Michael Mandel）指出，任何单独的监管可能很难阻止新的商业模式出现，但监管多了可能就会阻塞创业的通道。这种监管的累积效应将不断地破坏创业精神和创业机会。有充分的证据显示，这种“监管的灌木丛”事实上正在阻碍新的商业模式。例如，经济学家莱奥拉·克拉佩尔（Leora Klapper）、拉克·莱文（Luc Laeven）和拉古拉迈·拉詹（Raghuram Rajan）研究发现，高度的监管会削弱创业的活力。他们的研究使用的是欧洲的数据，但看起来好像其结论至少也部分适用于美国。

我们赞同削减一些不必要的、多余的以及超过负担的监管，但不得不承认，这种状况并不是一朝一夕就能改变的，甚至要想改变也困难重重。首先，一旦赋予监管者权力，他们就不会自愿放弃。其次，那些受到现有监管保护的公司和行业将会毫无疑问、费尽心思地进行游说以维持他们既有的特权地位。最后，监管存在于联邦政府、州和市三级层面，其监管条例是相互分离的，因此任何单一的实体都无法带来整体局面的改观。美国宪法明确指出，和商业有关的大部分权力取决于各个州，因此，未来的企业人士很可能会面临多个环节持续的混合监管。但我们仍然认为，削减监管、使商业环境更有利于企业人士的创业需求是非常重要的。

我们不期望任何人去复制硅谷模式，但我们认为政府、商业和个人可以做很多刺激企业精神的事情。比如，一个刺激性的案例是史蒂夫·凯西（Steve Case）和考夫曼基金会正在与美国创业合作伙伴开展的合作。这项合作计划支持的是由30位企业人士引领的创业领域，它

通过创设一种交流通道，使新的企业能够更容易地与财富500强公司开展合作，进而帮助它们在市场、生产制造或者销售网络方面进行创新。

3.求职者如何找到工作、雇主如何发现人才

虽然求职类的网站，像Monster（全球首屈一指的求职类网站）和Aftercollege（主要是为毕业后的大学生服务的求职类网站），以及工作社交类网站LinkedIn能够使雇主和雇员很容易地发现彼此，不过每年毕业的大量学生仍然主要依靠朋友、亲戚以及教授们的口头推荐就业。为了让人们的求职之路不再荆棘遍地，我们必须找到减少求职障碍和降低搜寻成本的方法。

LinkedIn正在开发一种实时的数据库，主要是为了有效地描述公司所要寻找的工作技能，并与学生和其他潜在的雇员经过培训后所具备的技能进行匹配。有时在求职者简历上简单地记录一些信息会大有用处：比如在为安卓系统手机寻找应用程序开发人员的公司，可能意识不到一位学生简历上的软件开发课程就使用过这种操作系统。

本地层面、国家层面的和全球层面的工作机会数据库都很重要。当面对成千上万同等水平的或者素质更高的求职者时，雇主经常需要把招聘的视野锁定在其中一些学校的毕业生身上。联邦政府能够提供奖励以刺激这类数据库的开发。我们也应该鼓励并支持私营公司去开发更好的运算系统和技术以辨识求职者的技能，并与雇主的招聘需求相匹配。例如，一家由埃里克负责提供咨询的名叫Knack（利用游戏揭示应聘者是否具备雇主寻求的特定技能的创业公司）的公司，开发了一系列的游戏程序，每一套程序都生成了大量的数据。通过挖掘数据，Knack公司对求职者的创造能力、持续能力、性格外向性、勤奋程度和其他依靠成绩单或者面对面的交流很难辨识的特征，都会获得

令人吃惊的精确评估。其他公司，比如HireArt公司（一家以招聘为服务平台的人力资源公司）和oDesk公司（一家专注于外包服务的人才服务公司），也在使用数据分析以在就业市场上创造更好的求职匹配和更少的求职障碍。我们也应该鼓励更多地使用像TopCoder（国际知名的编程竞赛公司）记分这样的测评系统，以对应聘者的技能提供客观的衡量标准。这样能使求职者更容易找到最适合自己的工作，也能帮助企业人士和雇主发现他们所需要的人才。

4.支持创新，支持研究

持续了25年之后，美国联邦政府对基础学术的研究却在2005年开始下降了。这一问题应该引起我们的关注，因为从经济学的角度来看，基础研究能够产生很大的正面外部效应。这也是政府作用的体现，当然所带来的收益也是巨大的。举一个众所周知的例子，互联网是从美国国防部防空网络研究项目中诞生的。GPS系统、触摸显示屏、像苹果手机Siri这样的语音识别软件以及很多其他数字化创新，也源于由政府发起的基础性研究。事实上，可以毫不夸张地说，如果没有政府的支持和资助，我们今天所熟知的硬件、软件、网络和机器人不可能拥有现在的体量、种类和发展状况。这种支持和资助还应该继续下去，最近令人气馁的美国政府对基础性研究减少资助的发展趋势，应该扭转过来。

我们也应该变革美国的知识产权体制，尤其涉及软件专利权和版权期限时。在任何时代，尤其是在第二次机器革命时代，知识产权都是非常重要的。它既是对创新的奖赏（如果有人发明了一个更好的捕鼠器，他或她就会获得专利权），也涉及对创新的投入和付出（大多数新创新思想都是已经存在的创新思想的重新组合）。政府也因此必须小心处理一种微妙的平衡：它们不得不提供足够的知识产权保护，

以鼓励创新但又不至于因提供太多的保护而扼杀创新。今天很多有见地的观察人士认为，软件专利权正在提供太多、太过的保护。至少有一些版权问题面临的就是这种情况，比如至今不清楚有什么公共利益需要法律保护才使得迪士尼公司1928年拍摄的《汽船威利号》（Steamboat Willie，米奇老鼠的先驱）一直处于版权保护之下，《祝你生日快乐》这首歌也是一样。注

奖赏

很多创新当然不可能提前就描述出来（这也是它们之所以是“创新”的原因）。但也有一些情况是，我们确实了解我们想要探索的事情，只是需要有人去发现或者创造出来。在这些情况下，奖赏就能够起到特别的效果。注Google的无人驾驶汽车，是美国国防部高级研究局挑战赛提供100万美元的奖赏用于操纵无人驾驶汽车而获得的自然而然的结果。美国白宫科技政策办公室副主任汤姆·卡利尔（Tom Kalil）对于如何运转对创新的奖赏提供了以下指导：

1.把问题或机会公布。

2.只对结果进行奖赏。

3.针对一个不会预言谁或哪种方法最有可能成功的宏大目标。

4.以超越往常的挑剔、怀疑的眼光去发现一流人才。

5.鼓励私营部门以高出奖金额度很多倍的投资额进行投资。

6.重视学科之外的知识和观点。

7.提供一定的展示平台以激发冒险行为。

8.设立清晰的目标验证标准和验证条款。

在过去的10年时间里，政府和私人机构专门为奖赏提供的资金已经增至原先的3倍，达到了3.75亿美元。这种奖赏力度是非同一般的，但也仅仅占到政府花费在研究上的投入的一小部分。所以，就增加创新竞赛的体量和种类而言，还有很大的空间可以挖掘。

5.升级基础设施，引进人才

在经济学家中几乎有一个普遍性的共识，即政府应该参与建设和维持基础设施——街道、高速公路、桥梁、港口、水坝、机场、空中交通管理系统等。这是因为，就像教育和研究一样，基础设施属于正面外部效应。

优良的基础设施会使一个国家更适合居住，也更适合从事商业活动。然而，美国在这方面做得并不好。在2013年，美国土木工程师协会给美国整体的基础设施评分是D+。据估计，美国整个国家在基础设施方面所积压的投资超过了3.6万亿美元。然而，仅有超过两万亿美元一点的预算是要在2020年前花掉的，还有巨大的鸿沟等待填平。你可能会认为，美国土木工程师协会在基础设施投资问题上会存在明显的偏见，但数据证实了这一切。在2009年—2013年，基础设施的公共投资额实际上下降超过了1200亿美元，达到了2001年以来的最低水平。

把美国的基础设施提高到一个让人可以接受的等级，将是这个国家在未来的发展征途中最值得投入的投资之一。正像我们在2013年写到的，随着能源价格将要下降——部分是由于美国国内发现了大量的页岩油，以及中国这样的国家工资水平也在上升，再加上其他一些因素，我们经常从商业领导者那里听到一些如西门子美国公司的首席执行官埃里克·斯皮格尔（Eric Spiegel）在一次采访中所说的话："美国是发展生产制造业的沃土。我们在这里生产产品，然后再出口到中

国……我们需要做的只是，确保生产基础设施能够到位，以消化、吸收增长的工作岗位。”

在关于基础设施投资的讨论中，还有一个历史趣闻。富有传奇色彩的经济学家约翰·梅纳德·凯恩斯——他的名字就是与鼓励刺激性花费的思想学派联系在一起的，在大萧条期间的1936年提出了一个广为人知的建议。他认为政府应该把钱放在瓶子里，然后再把它深深地埋在从前的煤矿中，最后把挖出这些瓶子的权利卖掉。如果能这样做，他半开玩笑似的说，总比“不去做要好”，因为它能在劳动利和资本无处释放潜能时创造需求。经济学家们激烈地争论这样做能否发挥作用，却很少争论优良的公路和桥梁或者政府的参与能够带来正面外部效应的成功因素。因为这些外部效应，我们支持国家对基础设施的投资，但我们的观点完全独立于凯恩斯的刺激性策略——我们代表的是经济学领域的主流思想。

欢迎这个世界的天才

由自由派的卡托研究所（Cato Institute，一个位于美国华盛顿的自由意志主义智库）和进步派的美国进步中心（Center for American Progress，美国民主党领导委员会的政策机构）倡导的任何政策变革，都有各方面的支持。比如说移民改革方案，就是他们提出的一系列倡导国外合法劳动者和公民移民美国的方案。慷慨的移民政策是“经济学101”教科书的一部分；这种政策在经济学家中拥有广泛的共识，它惠及的不仅仅是移民自己，也有益于接收移民的国家的经济。

一些研究发现，移民接收国的一些劳动者，尤其是低技能劳动者，由于受到移民影响，情况会变得更糟——因为他们的工资会下降，但其他研究发现却不支持这种结果。例如，经济学家戴维·卡特（David Card）评估了1980年马列尔偷渡事件（Mariel Boatlift，由菲德尔·卡斯特罗支持的古巴向美国的大规模移民）对迈阿密劳动力市场的影响。马列尔事件在不到一年之内就把十几万人移民到了这个城

市，使其劳动力增长了7%，然而卡特发现：“实际上，这对劳动者的工资或低技能劳动者的失业率没有任何影响，而对那些早先移民来的劳动者也是这样。”经济学家蕾切尔·弗里德伯格（Rachel Friedberg）对来自俄罗斯和苏联其他国家对以色列的移民进行研究后，也得出了同样的结论：尽管在1990年—1994年，以色列的人口增长了12%，但这些移民并没有给以色列的劳动力市场带来明显的副作用。

尽管有这些以及其他证据，但一些人还是担忧低技能劳动者持续的大规模移民（尤其是来自墨西哥和其他拉丁美洲国家的非法移民）会伤害美国本土劳动力市场的经济前景。不过自2007年起，向美国迁移的纯粹的非法移民看起来就好像接近于零，或者实际上已经出现了负值。而且由布鲁金斯学会所做的一项研究发现，现在受教育程度较高的移民数量已经超过了低教育程度的移民：在2010年，30%的移民至少接受过大学教育，而只有28%的移民缺少与高中教育同等的教育水平。

美国的企业精神，尤其是科技相对集中的经济部门，更需要移民所带来的刺激作用。根据瓦德华、萨克森尼安和他们的同事所做的研究，在最近一些年，外来移民人口占国家总人口的比例不到13%；但在1995年—2005年，在所有新的工程和技术公司中，超过25%的公司至少有一位创建者是移民。这些公司在2005年的销售总额超过了520亿美元，雇用了差不多45万人。根据移民改革倡导小组美国创业合作伙伴的数据，在1990年—2005年，在美国增长速度最快的公司中有25%的公司是由国外出生的企业人士创建的。正像经济学家迈克尔·克雷默（Michael Kremer）在一篇经典论文中阐明的，对本土工程师来说，增加移民工程师的数量实际上能带来更高的工资，而不是更低的工资，因为移民有利于“枝繁叶茂”的创造性生态系统的形成。毫无疑问，硅谷出色的软件设计师工资是很高的，他们被那些拥有同样或者填补式技能的移民包围着，而不是孤立于这个世界之外。

今天，移民正在给美国带来巨大而有利的影响，当然这并不是完全因为美国的发展进程和相关政策。移民到美国的人们经常被描述为行动迟钝、思想复杂、效率低下并且极其机械的群体。布鲁金斯学会副主席达洛尔·韦斯特（Darrell West）在2011年写了一本书，书名叫“吸引人才：美国移民政策的再思考”（*Brain Gain: Rethinking U.S. Immigration Policy*）。但他的研究并没有基于他自己的卡夫卡式（Kafkaesque）注的经历，因为他娶了一位后来成为美国公民的德国女子。他写道：“事实上，对很多移民来说，不菲的移民费用、复杂的移民资料和烦琐的移民手续都是很难应付的事情。即使我拥有政治学博士学位，但对于各种的复杂申请表、费用、文件资料、面谈，以及不断地‘拜访’移民办公室，都会筋疲力尽……美国移民面对的是21世纪的世界，走的却是19世纪的流程。”

除了复杂烦琐的申请流程，美国还存在着适得其反的移民政策。在科技类专家之中，最明显的例子可能是每年要对H1–B签证（美国最主要的工作签证类别，发放给美国公司雇用的外国籍有专业技能的员工，属于非移民签证的一种）的签发数量设置上限。这些政策允许美国雇主在特殊行业，尤其是科技行业，雇用国外劳动者，时间可达6年。在21世纪初，每年这类的签证签发量是195000张，但在2004年这类签证的限额下降到了65000张（在2006年，这项政策被扩展到要包括2万名美国大学的毕业生）。

H1–B签证政策还应该继续扩展。如果拥有高等毕业文凭的移民想要获得美国绿卡，我们需要大开方便之门；如果有企业人士，尤其是获得了大量投资资金的企业人士，想要在美国开创自己的事业，我们也需要给他们提供方便，专门为他们签发创业签证。这些想法最受美国风险投资人士和商业群体的支持，不过，还有一些国家在这方面已经走在了前面。澳大利亚、英国和智利都发起了吸引早期阶段企业移民的项目，而且在2013年1月，加拿大宣布了一项完备的创业签证项目

——也是世界第一个此类的移民签证项目。但与此同时，在2013年夏天，全面的移民改革方案却在美国国会搁浅了。

6.用税收调节收入、调控生产

一般情况下，征税会打击生产的积极性，所以征税往往被看作一件坏事情。但有时未必是这样，因为我们可以对一些负面的商业行为进行征税。但也有一些产品和服务是处于规则之外的——税收未必会带来生产的下降。经济学家们会认为，这些生产和服务的供给从税收角度来讲是无弹性的。我们可以并且应该利用这样的事实。

庇古税

一家工厂可能会发现把污染的废水排入河道中冲走是既经济又方便的一种办法，但这样做带来的结果就是有毒的废水、毒死的鱼、难闻的气味，这都是我们不希望看到的东西。经济学家把这类有害的效应称为负面外部效应。很多污染都被完全禁止了，但想要完全禁止所有的污染也是不可能的，或者说是不明智的。例如，公共事业公司在电力生产的过程中会带来污染，而今天的汽车虽然比以前更清洁了，但它们仍然会释放出温室气体。在我们人类的生产、生活中，一个不幸的事实是，很多类型的生产行业在生产出好东西的同时，也会生产出坏的东西。

对于这些情况，大多数经济学家都会支持收取污染税。这类被称作庇古税——20世纪初期的英国经济学家阿瑟·庇古（Arthur Pigou）是早期的倡导者之一。这类税收能带来两大益处。首先，它们能减少不良的污染行为。如果根据一家公共事业公司排放到空气中的二氧化硫的量对其征税，那么它就有强大的动力去投资清洁技术以使得空气更加洁净。其次，庇古税能给政府带来收入，这些收入可以用来补偿那

些被污染（不论是为了什么目的）伤害的人们。这是一种双赢策略。这种类型的税收在政治领域以及很多其他领域都广受欢迎，庇古俱乐部——一个由经济学家格雷格·曼昆认同并支持的群体性组织，其成员就包括了艾伦·格林斯潘和拉尔夫·纳德尔（Ralph Nader）。

通过提升测量和评估的手段，第二次机器革命时代的技术能够使得庇古税更加可行。比如说到交通拥堵，当所有的其他驾驶员都加入已经拥堵不堪的公路上并使得交通更加拥挤时，我们每个人都会为此付出成本。在交通高峰时段，洛杉矶405州际公路的行驶速度只能达到每小时14英里，所用的行驶时间是正常驾驶时间（8分钟）的4倍还多。而现在，在实行电子化通行手段或者数字化摄像头的情况下，拥堵性收费将能够动态地调整道路的通行成本，因此，驾驶员只有在最后生成的总的出行成本（包括额外拥堵费）低于出行价值的时候，才会选择驾车出行。

减少拥堵的做法，像拼车、错高峰上下班、自行车出行、远程办公和公交出行，都属于拥堵性收费所带来的放大效应。庇古原理已经被应用于基础设施中能带来收入的部门和领域，像收费公路和伦敦的拥堵收费路段，它不仅能够减少交通流量，还能够通过向在高峰时段驾车驶入市中心的机动车驾驶员收取费用而获得财政收入。而与此同时，新加坡所实施的公路电子收费系统也大大减少了拥堵状况。

美国总体的交通堵塞已经超过了1000亿小时，这是道路收费没有被广泛实施的一大实证。一些人预测，在理想状况下，交通拥堵费所带来的收入将足以抵销加利福尼亚州所有的州税。在过去，要想以最佳成本效益的方式评估道路的使用情况是不可能的，因此我们并没有对道路进行计价，只能在漫长的公路上忍受着等待的煎熬，就像苏联排队购物的长长队伍一样。数字化公路收费系统能够帮助我们寻回失去的时间——让收费的公路代替财政收入的其他来源。

对经济租金进行征税

一些产品的供应（如土地）是完全无弹性的——土地的供应量是一定的，不论对它征多少税。这也就意味着，一种产品的收入所得税（也就是说它的“经济租金”）将不会减少它的供应。结果，这种税收是相当有效率的——它们并没有扭曲经济刺激或商业行为。19世纪的经济学家亨利·乔治（Henry George）所持的就是这种观点，他认为我们只需要一种单一的税种就够了——也就是土地税。虽然这是一个迷人的想法，但现实的情况是，土地租金收入还无法补偿政府提供的所有服务开支。虽说如此，但考虑到经济体的其他租金形式，包括那些来自政府拥有的石油和天然气的租约收入，租金收入还将会有大幅提升，进而对政府提供服务的补偿也会超过现有租金收入所能达到的补偿水平。

还有一种观点认为，很多超级明星高收入的一大部分原因也是“租金”。因此这样的问题就变成了，对大部分的职业运动员、首席执行官、媒体人或者摇滚明星来说，一般情况下真正激励他们的是绝对水平的报酬，还是相对水平的报酬、他们的名声以及他们对工作固有的热爱。在所有的可能性中，我们都可以通过对高收入者增加边际税率而提高政府收入，比如通过在年收入100万和1000万之间引入新的纳税等级。我们没有发现更多的证据能够证明，对高收入者征收高额的税会削弱他们的创业精神，进而损害经济增长这种反驳性的论点。事实上，我们麻省理工学院的同事和诺贝尔经济学奖得主彼得·戴蒙德（Peter Diamond）在与克拉克经济学奖获得者伊曼纽尔·赛斯（Emmanuel Saez）的合作研究下发现，对收入分配顶层的人士所征收的最适宜税率可能要高达76%。虽然我们不知道是不是需要这种水平的税收，但让我们感到欣慰的是，在比尔·克林顿政府最后一次大幅度提高个人所得税之后一年的时间里，经济还能迅速增长。事实上，正像经济学家陈庚辛所注意到的，在高税收比率和整体经济增长之间没有明显的关联——至少对于美国来说是这样。

我们不能假设我们现在所鼓励、支持的政策能很容易地适应当前的政治背景，或者只要这些政策得以贯彻实施，它们就能迅速地恢复充分就业。我们知道这是一个很有挑战性的时代：在经济大萧条以及随后的缓慢恢复期间，很多人的财富都受到了损失，而且被技术和全球化这两个双重力量远远地甩在了身后。不平等和其他形式的收入分化都在增加，并不是每个人都在享有经济发展所带来的所有红利。

就我们在上面所描绘的政策建议来说，其实目的很简单：能够给整体经济带来高速的增长。如果这一切能够发生，那么劳动者和求职者的未来前景也会更加光明。

---

1. 当然，不论是保罗·克鲁格曼和罗宾·韦尔斯（Robin Wells）的经济学教科书，还是泰勒·考恩（Tyler Cowen）和亚历克斯·塔巴洛克（Alex Tabarrok）以及威廉·诺德豪斯（William Nordhaus）的教科书，都是相同的。
2. 这句话摘自他的Facebook留言板——个别媒体也有过类似的表述。
3. 是自1990年以来，在美国兴起的众多公办民营学校之中的一种学校类型。特许学校是经由州政府立法通过，特别允许教师、家长、教育专业团体或其他非营利机构等私人经营者负担经费的学校，不受例行性教育行政规定约束。——译者注
4. 《祝你生日快乐》的歌词于1935年被Summy公司登记了版权，该版权将于2030年过期。这是第一首有版权的歌词。1990年，Summy公司被华纳唱片以1500万美元收购，其中《祝你生日快乐》的价值被估作500万美元。——译者注
5. 奖赏有一段很长的历史，可以追溯到1714年英国议会所设立的经度奖（The Longitude Prize）。当时虽然纬度是相对比较容易测量的，但经度却是一个大难题，尤其是在远洋航海时更会用到经度。于是，在整个18世纪，英国政府提供了总额达到100万英镑的数次悬赏以奖励对经度的测量。1919年，奖金达25000美元的不着陆飞行横跨大西洋的奥特洛奖（Orteig Prize）激励了一系列的航空探险活动，最终在1927年以查尔斯·林德伯格（Charles Lindbergh）的飞行成功而达到巅峰。
6. 从卡夫卡的小说引申而来。卡夫卡的小说荒诞诡谲又充满现实的压迫紧张感，不仅使学者痛心，普通人读来也如经历噩梦一般。——译者注

第14章 长期战略：技术变革下的国家、企业和个人

“厌倦、恶习和欲望——工作把人从这三大恶果中拯救出来。”

——伏尔泰（Voltaire）

法国启蒙思想家、哲学家、作家、历史学家

我们在前面章节里所提出的政策建议将能够帮助提升红利水平，并能削减或扭转收入的分化。但当我们更加深入地融进第二次机器革命时代和棋盘的另一半时，“经济学101”教科书能否足够维持工资和工作的良好前景呢?

当我们再向前看时，比如说21世纪20年代以及更远的将来，我们看到了机器人。它们看起来并不像电影《黑客帝国》（Matrix）或者《终结者》里的机器——有一些甚至还没有肉体；在未来的一些年里，它们不会对我们发动战争，也不会代替所有或者是大部分的人类劳动者。但正像我们在前面章节里所看到的，技术已经渐渐具备了人类的技能和能力。那么，在未来机器人时代到来的时候，我们究竟该如何应对？我们究竟该采取什么样的策略，又将如何参与其中?

技术变革与就业挑战

让我们谦卑一点地开始。历史是由善意的社会和经济政策无意识的、有时是悲剧性的负面效应堆积而成的。我们很难事先知道什么样的改变最具有破坏性，什么样的政策实施起来会异乎寻常地容易，以及人们身处一个以前他们从来没有注意到的环境时又该如何反应。

除了让人警醒，对于应该实施哪些政策、不应该实施哪些政策，我们也有一些想法和建议。我们认为合适的政策将不会阻止技术的进步，也不会使指数级的增长、数字化的进步和组合式的创新失去发展的动力。如果实施的政策阻止了技术的进步并且让创新失去了动力，这样的做法无异于关闭所有的学校、烧毁所有的科技杂志。这是一种维持现状的做法，它是以牺牲技术的发展与进步为代价的。正像技术专家蒂姆·奥莱利（Tim O'Reilly）所说的，它们在努力保护过去，以免受到未来的冲击。或者可以说，这种做法是通过切断明天的技术来保护今天的工作。我们需要让第二次机器革命时代的技术得以充分施展，并找到应对伴随它们而来的挑战的方法。

有人提出，资本主义需要进行根本的变革，对此我们也持怀疑态度。我们这里所说的资本主义，意味着分散式生产和交换的经济体系，在这种经济体系下，大多数的生产手段都掌握在私人手里（与政府掌控截然相反），大部分的交换都是自愿的（没有人能强迫你签订一个违背你意愿的合同），大部分产品都有价格，而且价格变化所基于的是相对的供求关系而不是中央政府的限定。所有这些特征，都是今天这个世界的大多数经济体所拥有的。

这些特征之所以分布如此广泛，是因为它们运转良好。资本主义能够分配资源、带来创新、奖赏努力和成就，而且能以高效的方式创

造财富，在一个社会里做好这些是非常重要的事情。资本主义体系并不是完美的，但要比其他的选择好得多。温斯顿·丘吉尔说过："民主政治是世界上最糟糕的政府体制，但是它却超越了世上已经试验过的、所有的其他政治体制。"我们认为资本主义也是一样的。

对今天的挑战来说，最有可能改变的是我们还没有提到的，也就是：在今天的资本主义经济中，大部分人都是依靠向经济体提供劳动力而获得购买物品的金钱。我们大多数人都是劳动者，而不是资本所有者。但如果我们的机器思维实验方向是正确的，那么这种存在已久的劳动力与金钱之间的交换关系将随时间而变得更加不可行。由于数字化劳动力正在变得日益普遍、强大，公司将越来越不愿意付给人类劳动力愿意接受并且能够让他们维持习以为常的生活水平的薪酬。当这一切发生的时候，他们就失业了。这对经济来说是一个坏消息，因为失业群体不会创造很多的产品需求，整体的经济增长也会随之下降。需求疲软不仅能够带来进一步的工资恶化和失业，还会导致对人力资本和设备更少的投资，恶性循环由此形成。

这个社会的财富需要平均分配吗

有一些经济学家担心，资本主义发展模式可能会面临失败。他们中的很多人都提出了一个简单而相似的解决办法：给人们发更多的钱。要想做到这一点，最容易的办法就是政府每年给这个国家的每个公民发放相同数量的钱，而不用想办法评估谁应该得到更多的钱，谁又应该得到更少的钱。支持者认为，这种基本收入的方案实施起来比较直接，而且它既保持了资本主义特色的良性运转，又解决了一些人无法通过提供自己的劳动而生存下去的难题。基本收入确保了每个人都会有一个最低的生活水平。如果有人想在此基础上提升，他可以选择工作、投资、创办一家公司，或者做任何他们能够进行的资本主义的商业活动。不过，即使他们不做这些，也可以成为消费者，因为他们拥有自己的收入来源。

基本收入并不是今天我们讨论的主流政策的一部分，但它有一个令人吃惊的漫长历史，而且在20世纪的美国曾经几乎实现。早期的支持者之一是英裔美国政治活动家托马斯·潘恩（Thomas Paine），他在1797年的小册子《土地公平》（*Agrarian Justice*）中就主张，每个人在成年之后都应该一次性得到一笔钱，以补偿一个不公平的事实——一些人出生在拥有土地的家庭，而另一些人却不是。后来的支持者包括哲学家伯特兰·罗素（Bertrand Russell）和民权运动领导者马丁·路德·金。金在1967年写道："我现在确信最简单的方法将被证明是最有效的——消除贫困问题最直接的也是现在被广泛讨论的办法是，给予人们收入保证。"

很多经济学家——既有左翼也有右翼，都同意马丁·路德·金的观点。自由主义者，包括詹姆斯·托宾（James Tobin）、保罗·萨缪尔森和约翰·肯尼思·加尔布雷思（John Kenneth Galbraith），以及保守派的米

尔顿·弗里德曼和弗里德里希·哈耶克，都赞同某种形式的收入保证，而且在1968年，超过1200位的经济学家联名给美国国会写信支持这种政策。

那一年当选的总统、共和党人理查德·尼克松，在第一任期内一直努力使这种政策变成法律。在1969年的一次演讲中，他提议实施家庭救助计划（The Family Assistance Plan），这一计划就具有很多基本收入项目的特征。对这一计划的支持超越了意识形态的范畴，但也面临一大批各色群体的反对。既有福利项目的社会工作者和行政管理人员担心在这种新的体制下，他们的工作会被淘汰；一些劳工领导者认为，它会侵蚀对最低工资立法的支持；而且美国很多劳动者并不认可把他们纳的税分发给那些能工作却选择不工作的不劳而获者。所以，到1972年尼克松再次竞选总统时，他就废止了家庭救助计划。自那之后，普遍性的收入保证计划就没有被联邦政府当选的官员和政策制定者正式讨论过。(注)

---

1. 然而，在1980年，美国阿拉斯加州却为它的居民创立了收入保证计划，当时是通过立法实施的普遍性红利计划——红利来源于永久基金。永久基金是在1976年创立的，用以管理该州对石油财富的共享；4年之后，阿拉斯加州决定，这部分财富的一部分每年应该以股息支票的形式进行分配。

一个既充裕又健康的社会

在未来几十年，我们需要对基本收入的观念重新思考吗？可能需要，但这不是我们首要的选择。在这一章开始的评论中，伏尔泰对此进行了精彩的总结："厌倦、恶习和欲望——工作把人从这三大恶果中拯救出来。"一个普遍性的收入保证计划只注重了需求，但却没有照顾到另两个"恶果"。而且我们看到的几乎所有的研究结果和证据都在让我们确信，伏尔泰是正确的。很多人参加工作最重要的原因不仅仅是他们要获得金钱，也因为工作是他们获得其他很多事物的重要方式之一——包括自我价值、团体意识、契约精神、健康价值、结构体系和体面尊严等。

不论目标针对的是个人还是社会群体，结论都相同：工作是有益的。在个人层面上，大量的研究结果显示，工作能使人获得成就感、满足感和幸福。丹尼尔·平克（Daniel Pink）在他的书《驱动力》（*Drive*）中，从他的研究材料中总结了三个主要的动机：专精、自主和目的。2013年2月，《金融时报》记者对一位在线上零售业巨头亚马逊从事库管工作的年长工作者，就他工作的正面和反面的理由进行采访时，他就引用了最后一个动机："它能赋予你自豪。这就是它能给你的，你的自豪。"经济学家安德鲁·奥斯瓦德（Andrew Oswald）的研究结果也强烈地支持了这个观点，他发现失业持续6个月或者更长时间就会伤害人们的幸福感，而且心理健康也会受到一定伤害。这些状况之所以会出现，在很大程度上与收入的减少关系不大，更多的是由于自我价值的缺失。

盖洛普民意测验组织对很多国家的人们做了一份调查，这份调查再次确认了人们对工作有基本的欲求。正像盖洛普首席执行官吉姆·克利夫顿（Jim Clifton）在他《未来的工作战争》（*The Coming Jobs*

War）一书中所说的："对一般人来说，这个世界上最大的愿望不是和平、自由或民主；不是拥有一个家庭、一所房子或者一片土地；也不是和上帝有关的事情。这个世界首要的和最重要的愿望是拥有一份好的工作。在这之后，其他所有的事情都可以纷至沓来。"看起来好像在这个世界上，人们想要摆脱"厌倦、恶习和欲望"，想要实现"专精、自主和目的"，都要通过工作来达成。

没有工作伤害的不仅仅是个人，还有整个社群。社会学家威廉·尤利乌斯·威尔逊（William Julius Wilson）在他1996年的书《当工作消失》（*When Work Disappears*）中，对长期性职业价值的研究结果进行了总结。他的结论阐述得明白确切：

周边群体的高失业率所带来的后果要比这些群体的贫穷更具有破坏性。一个人人贫穷却都有工作的群体和一个很多人贫穷却没有工作的群体截然不同。今天，市中心贫民区群体的很多问题——犯罪、家庭破裂、社会救济、低层次的社会组织等等，基本上都是工作消失的后果。

在他2012年的书《即将到来的裂变》（*Coming Apart*）中，社会研究学者查尔斯·默里（Charles Murray）用数字解释了威尔逊描述的问题。他的研究也表明这些问题不仅局限于市中心或者与之相邻的大量的少数群体，而是在很大程度上覆盖了美国白人的主流群体。默里划分出了两大群体。第一个群体由至少接受过大学教育，并且拥有专业类或管理类工作的人们组成；可以给他们贴上"贝尔蒙特镇"（Belmont，以波士顿一个繁荣的郊区命名）居民的标签。第二个群体由那些仅仅接受过高中教育，从事蓝领或小职员工作的人组成；可以给他们贴上"渔镇"（Fishtown，以费城劳工阶层居住的郊区命名）居民的标签。在2010年，大约有30%的美国白人居住在"贝尔蒙特镇"，大约有20%的美国白人居住在"渔镇"。

默里通过使用各种数据资源跟踪了“贝尔蒙特镇”和“渔镇”在1960年—2010年所发生的一切。刚开始的时候，两个镇在大部分的社区健康度（包括婚姻、离婚和犯罪等等）衡量指标中几乎都是不相上下的——社区里的居民都能实现充分就业。在1960年，90%的“贝尔蒙特镇”居民家庭中至少有一位成年人每周工作40个（或更多）小时，而在“渔镇”的居民家庭中这一比例占到了81%。但到了2010年，其中一个社区的情况却发生了重大的变化。“贝尔蒙特镇”居民家庭至少有一位成年人每周工作那么长时间的比例是87%，而在“渔镇”的居民家庭中这一比例却下降到了53%。

另外，在“渔镇”还有什么变化呢？当然发生了很多事情，却没有好事情。首先，婚姻变得更不幸福了。1960年，在30~49岁年龄段的“渔镇”居民仅有大约5%的居民是离婚或分居的；而到了2010年，离婚或分居的居民比例变成了33%。随着时间推移，“渔镇”在双亲家庭中成长起来的孩子已经减少了很多；到2004年，这一比例降低到了30%以下。与此同时，监禁率却出现了飙升：在1974年，每10万“渔镇”居民中有213人进过监狱；在接下来的30年时间里，上面这一数字翻了两番还多，达到了957人。“贝尔蒙特镇”在这些领域的一些方面也见证了负面的变化，但变化幅度还是相对比较小的。例如，即使到了2004年，“贝尔蒙特镇”上正与他们的生身父母居住在一起的孩子仍不少于90%。

工作的消失不仅仅是驱动“贝尔蒙特镇”和“渔镇”发生裂变的唯一因素——默里还聚焦于其他因素，但我们认为它却是一个非常重要的因素。证据显示，人们生活在大家有工作的社区要比生活在很多人没有工作的社区健康得多——即使所有其他因素都是相同的。因此，我们支持鼓励工作的政策，尤其是在第二次机器革命时代的进步阶段。

而且在这里，我们看到了两个好消息。第一是，经济学家们提出了一些干预性政策，包括鼓励和奖励那些除依靠基本收入保证之外的

工作。第二是，创新者和企业人士研发了不仅能够替代人类劳动力，而且还能对人类劳动力进行填补的技术。换句话说，数字化工具不仅仅把工作从经济中解放了出来，它们还为那些参与其中的人们提供了新的工作机会。当技术的脚步不断前行时，我们的最佳策略就是把这两个好消息整合在一起，然后努力维持一种劳动者占主体的经济模式。这样做就能解决伏尔泰提出来的三大恶果，也能给我们带来一个既能维持富足的经济模式又能保持社会健康的最佳机会。

负所得税：比基本收入更好

诺贝尔经济学奖得主、保守派经济学家米尔顿·弗里德曼并不支持政府过分的干预政策，但他赞同用他所提出的负所得税来帮助穷人。正像他在1968年的电视节目中所解释的：

在现在的法律规定下，我们每个人都知道（正）所得税……但在负所得税的情况下——比如你碰巧是一个四口之家的顶梁柱，你的收入是3000美元，你既不需要纳税，也得不到任何补助，正好处在一个收支平衡点上。但假设你的收入是4000美元，你就有1000美元要缴纳所得税，在现在的税率下（14%），你纳税的额度就是140美元。又假设今天你的收入是2000美元，那么你有权利获得3000美元的免税额扣除，但你最后得到的收入还是2000美元。在这种情况下，你就有1000美元要"缴纳"负所得税。但在现在的法律规定下，你从那些没有使用的"扣除额度"中得不到任何实惠。负所得税的理念就是，当你的收入处于收支平衡点以下的时候，你就能从政府那里以"报酬"的形式获得一部分的所得税。你将有所收获，而不是相应付出。

让我们继续上面的例子，如果负所得税率是50%，那么收入2000美元的这个人将会从政府那里获得500美元的"报酬回馈"——也就是1000美元（负的应纳税收入）乘以50%（50%的负所得税率），而这个人那一年的收入就是2500美元。没有任何收入的人们将会从政府那里获得1500美元，因为他们负的应纳税收入是3000美元。

负所得税和最低收入保证结合在一起，就能激励人们去工作。在起征点（1968年是3000美元，而在2013年大约是20000美元）以下，每得到1美元就能获得1.5美元的收入。这就鼓励人们开始工作，并去寻找更多的工作机会，即使他们获得的薪水并不高。这种政策也鼓励人

们进行纳税申报，并使他们成为劳动力大军中的一部分。另外，对行政管理人员来说，这种政策也是易于实施的，他们可以利用现存的体系架构进行报税以及发放“报酬回馈”。

基于所有这些原因，我们比较认可负所得税的理念。现在，美国联邦税收系统就包括了体现这一理念的收入税减免（The Earned Income Tax Credit，缩写为EITC）政策。然而，相对于弗里德曼40年前的提议，收入税减免的规模并不大；在2012年，它为有3个或更多孩子的家庭最高发放了不少于6000美元的“报酬回馈”，而为没有孩子的家庭发放的金额不少于500美元。另外，这种政策不能使用在没有收入的人们身上。即使收入税减免的规模不大，其作用却是不小的：由哈佛大学经济学家拉吉·切蒂和纳撒尼尔·亨德伦（Nathaniel Hendren），与加州大学伯克利分校的帕特里克·克莱恩（Patrick Kline）和伊曼纽尔·赛斯共同研究的成果显示，收入税减免政策实施得比较好的州，代际流动（Intergenerational Mobility，即一个人在总体收入分配中的位置在多大程度上由他上一代的位置所决定，或者说父辈的收入如何影响了下一代的收入）的幅度也比较大。

我们支持通过扩大规模和覆盖面把收入税减免政策转变成完整的负所得税。我们认为收入税减免政策的实施也应该更容易、更直接，但仍有大约20%符合条件的纳税人没有使用过它，可能因为他们根本不知道这项政策的存在，或者被它的复杂性吓退了。

收入税减免政策确实是对劳动力的一种补贴——以红利形式对劳动力收入的补贴。它实践了某些最古老的经济信条：对不想要的事物征税，对想要的事物补贴。比如，我们要对香烟和高油耗汽车进行征税，而要对太阳能板的安装进行补贴。当然，这种理念是以征税的方式提高产品的使用成本，这样就可以减少不良行为（比如吸烟和驾驶高油耗汽车）的发生概率。我们同意我们麻省理工学院的同事汤姆·科汉（Tom Kochan）的观点，他认为失业是一种“市场失灵”，会带来负

面外部效应。反过来说，增加就业所带来的福利——减少犯罪率、获得更多投资、更加紧密的社群关系，能扩展到整个社会，而不仅仅局限于雇主和雇员的劳动合同关系。如果失业带来了负面外部效应，那么我们就应该对就业进行奖赏，而不是对其征税。

当然，这种理念并不是一直会得到遵从。美国政府对劳动力征税并不是因为它想要人们懒散，而是因为它有聚拢资金的需求，而收入和劳动所得税在历史上就是惯常采用的方法。收入所得税首次出现是在美国国内战争期间，而在1913年的宪法第16次修正案中列为永久性条款。到2010年的时候，在联邦政府所获得的收入中超过80%都来源于个人收入所得税和工资税。相应地，工资税也被分成了两大类。第一类是雇主从他们的雇员中截留的工资税；第二类是对雇主本身征收的平均雇员税。工资税——主要是为医疗保险、社会保障和失业保险等提供资金支持，在20世纪50年代初期仅仅占到联邦税收的大约10%，但现在它却占到了大约40%，这一数额大体上和个人所得税征收额相当。

虽然收入所得税的原意并不是阻止人们去工作和就业，却仍然产生了类似的效果。同样，工资税也会带来相似的结果。实际上，这一税种设计的初衷主要是为了影响中低收入群体，但它们却能够促使公司和组织机构放弃雇用额外的国内员工，而是选择把工作外包或者签订兼职合同。随着数字化技术不断获得新的技能和能力，这些公司和组织机构还将拥有另外一个选择：他们可以选择使用数字化劳动力，而不是人类劳动力。使用人类劳动力的成本越高，雇主就越倾向于选择机器。而且由于工资税使得人类劳动力成本更高，因此这些工资税很有可能对雇主的选择起到推波助澜的作用。像雇主承担的医疗保险全覆盖这类的委托管理，也会起到类似的效果；委托管理从表现上看类似于对人类劳动力征税，因此也会像其他政策一样对工作起到一定的阻碍作用。

我们提到这些，并不是因为我们不认可社会保障或者健康护理的全覆盖。我们非常支持这两种政策，而且希望它们持续下去。我们只不过是指出这些以及其他一些很受欢迎的项目，都是全部或者部分依靠对劳动力的征税才得到资金支持的。在人类的大部分工作不可能发生改变时，这可能还是一种不错的理念，但现在的情况发生了变化。机器对人类劳动力的替代程度越高，任何税收或委托管理对人类就业状况的负面影响就会越大。

因此，除了通过负所得税对工作进行补贴之外，我们也支持不要对工作征收太多的税，同时要削减雇主的负担和委托管理的压力。就像很多经济与政策发生交集时的情况一样，这样的政策也是说起来容易，执行起来非常难。然而，如果不对劳动力进行征税，一些花费成本高昂的、普遍性的重要项目，像社会保障和医疗保险，又该如何获得资助呢？医疗保险全覆盖如果不是依靠雇主，那应该由谁提供呢？

我们并不是宣称对这些关键问题都有解决方案，但我们确实知道除了对劳动力进行征税之外，在经济学家的“工具箱”里还包含其他种类的征税形式。正像我们在前面章节里所讨论到的，这些税种包括对污染和其他负面外部效应所征收的庇古税、消费税和增值税——它们都要基于公司的成本（劳动力、原材料等）以及公司向顾客索要的产品价格之间的差值进行征收。增值税有几个突出的特色——它的征收相对比较直接、可调节而且所得丰厚，但这一税种在美国却没有实施。事实上，美国是经济合作与发展组织的34个国家中唯一一个没有增值税的国家。经济学家布鲁斯·巴特利特（Bruce Bartlett）、法学学者迈克尔·格雷茨（Michael Graetz）和其他人士对美国当前的税收系统提出的综合性选择方案就非常倚重增值税。我们认为，在第二次机器革命时代，这些如何以最佳方式为政府服务提供支持的讨论是非常有价值的，值得认真考虑。

共享经济和人工智能

对劳动力进行补贴和税收减免，看起来更像是一个短期的解决方案。毕竟，第二次机器革命时代的特征是无情的自动化，它会基本上或完全引领后工作时代的经济。

我们在这里讨论了第二次机器革命时代的很多领域。但是，正像我们所希望的，人们还拥有至今仍无法被自动化的技能和能力。这些技能和能力可能在未来的某个点会被自动化，但现在还没有真正开始——我们认为还得需要一段时间。我们认为，在不远的将来我们还是需要人类数据科学家、会议组织者、部门经理、护士和餐馆工。

正像我们之前讨论过的，在高度自动化的领域，人们仍旧有很多可以提供的东西。比如，虽然现在没有人能够击败最出色的国际象棋计算机，但人类和数字化工具的恰当结合就可以轻而易举地击败它。因此，一旦计算机在某个领域超越人类，那么人类就不会再有价值，这种说法显然是站不住脚的。如果人类和计算机能够开展合作，而不是与之对抗，那么人类将会发挥巨大的作用。

即使在高度自动化的领域——像计算机研究，我们也看到了这种发展趋势。正像史蒂夫·罗尔（Steve Lohr）在2013年3月《纽约时报》的文章中所阐释的：

在米特·罗姆尼去年秋天的总统辩论谈到削减政府对美国公共广播的预算开支时，他提到了“大鸟”（美国儿童节目《芝麻街》中的一个角色。在罗姆尼辩论时，他表示虽然很喜欢“大鸟”，但依然得削减开支），在Twitter上包含这条短语的消息也旋即随之飙升。人的判断能够瞬间识别在那时那刻、那种背景下，“大鸟”的含义主要是一种政治

评论，而不是指《芝麻街》。当有人搜索“大鸟”时，与政治相关的信息就应该“蹦跳”出来。人要比软件更能迅速而准确地理解这种指代，他们对这种信息的识别能很快融进Twitter的搜索引擎算法中……

还有其他人类助手，就像我们熟知的评估员或评分员，都在帮助Google改进搜索引擎算法——它是自动操作的动力之源，一个月能够处理1000亿个问题。

因此，即使运算法则非常优良，也不能独自完成搜索功能。这一特性有助于人们使用基于技术的新方法来组织并完成工作。

在过去的5年时间里，线上零售业巨头亚马逊意识到，在它数百万的销售产品网页中有不少重复的内容。仅靠运算法则很难把搜索引擎管理好，因此由亚马逊员工彼得·科恩（Peter Cohen）引领的一个团队开发了一套软件，通过这套软件把可能重复的内容发送给一些人，让他们最终发现重复的内容。科恩和亚马逊很快意识到这是一个可以普遍应用的创新。它把一个大问题（在数百万网页中找到重复的内容）分解成很多小任务（这两页内容有重复吗？），然后把这些任务发送给一大批人，收集他们的反馈，利用他们解决问题（消除重复）。

这个软件开始的时候仅仅在亚马逊公司内部使用，但在2005年11月，亚马逊以土耳其机器人（Mechanical Turk）的名字公开发布了这套软件，以纪念18世纪的“机器人”棋手——实际上有一个人藏身于其中。(注)土耳其机器人软件和那种能够自动完成操作任务的自动化机器很相似，但实际上它是由人类劳动力完成的。这是亚马逊首席执行官杰夫·贝佐斯所称的“人工的人工智能”的一个例子，它是人类与机器进行竞赛的另一种方式——虽然这是一种代价并不高昂的方式。

土耳其机器人很快就流行了起来，并成为后来被通信交流专家达仁·布拉汉姆（Daren Brabham）所称的“众包”的早期实例——布拉汉姆把“众包”界定为“一种线上的、分散式的问题解决和生产模式”。这种

模式是非常有趣的，因为“众包”并不是使用技术来进行一个流程的自动化操作，而是主动采用劳动力密集的模式来解决问题。参与其中的劳动力并不是先前确认的雇员群体——大部分工业生产流程的参与群体都是固定的，而是由一个或更多的人（通常很多）组成，所有参与者都不是提前确定的。

在不到10年时间里，“众包”已经成为一个重要的商业生产现象。事实上，它催生了一大批新公司，这一群体性的经济发展模式可以称为共享经济。共享经济模式下的公司以“众包”的形式满足客户的需求。比如，你在这本书里看到的一些图表就是由以前我们从未见过的人们来设计或改进的——我们是通过向TaskRabbit（跑腿兔）发出任务操作需求而发现的它们。其创建人莉雅·布斯克之所以想到创建TaskRabbit公司，是因为有一天晚上她把狗粮用完了，却无法以方便、快捷的方式（付费）在互联网上找到愿意为她代劳的人。

也是在那一年，乔·吉比亚（Joe Gebbia）、布莱恩·切斯基（Brian Chesky）和内森·布莱查克杰克（Nathan Blecharczyk）也创立了一家网站，利用互联网和群体的力量匹配供求。在他们的经营模式下，需求并不是帮助人完成某项任务，而是帮助人寻找一个可以居住的地方。Airbedand-breakfast网站可以让人们把家里的房间腾出来给旅客临时居住，他们的创业理念来源于吉比亚和切斯基的一次经历，当时2007年旧金山设计大会的参与者很难找到可以负担得起的酒店，他们就把自己的公寓提供给这些参与者暂住。

他们创立的这一服务网站在2009年改名为Airbnb.com，并迅速传播开来。比如，在2012年的新年前夜全世界超过14万人通过Airbnb预订了房间；人数规模超过了拉斯韦加斯大道（Las Vegas Strip）注所有酒店能容纳旅客的50%还要多。TaskRabbit的发展也非常迅速，到2013年1月，这家公司报告说“月交易额呈现两位数的增长”。

TaskRabbit让人们以群体的形式提供劳动力，而Airbnb让人们提供有用的资产。在这种共享经济模式下，这两种类型的公司已经出现了很多。“众包”劳动力市场存在于一些特殊的领域，像编程、设计和清洁，以及一些普通任务的执行和操作。而且现在人们可以利用网站和手机应用程序出租他们的相机、工具、自行车、停车位、狗舍以及任何他们可能拥有的东西。

还有一些服务把这两种模式整合在一起，让人们在互联网上能以组合方式提供劳动力和资产。在2010年，当时安迪需要有人把他的摩托车拖到另一个州，他在uShip.Lyft网站上找到了适合做这份工作的人——必须既得有时间，又得手边有拖车。这家网站成立于2011年，它可以让人们在任何想要的时候把他们的车辆变成出租车，以在城镇之间搭载往来旅客。为了避免与出租车运营管理部门和其他管理当局的政策相背离，Lyft并没有设定收费价格。相反，Lyft鼓励搭乘者以赠予的方式给予司机一定的“报酬”。

正像Lyft的故事表明的，当共享经济成长起来的时候，有很多法律以及管理类的问题需要解决。虽然我们承认的确要确保公共安全的需要，但我们希望对这种新领域的管理不要太令人窒息，因为共享经济还要不断地成长。我们认同“众包”给我们带来的高效和低成本，但我们也认同它所完成的工作。参与到类似TaskRabbit和Airbnb这样的服务工作中去，能够给人们提供以前无法获得的经济发展机会和工作机会。所以，它也具有解决伏尔泰提出的三大恶果的潜力，正因为此，相关的政策、管理和激励措施都应该得到鼓励。

不论是以GDP还是以绝对指标来衡量，共享经济仍旧很新，规模也很小。比如，在2013年4月，TaskRabbit单月新增加了1000个被认可的工作任务完成者。这是鼓舞人心的，但同样是在那个月，差不多有450万美国人至少有27周都没有从事什么工作。两组数据一对比就很明

显地表明："众包"在降低失业率和为整体经济创造就业机会方面，还没有发挥很大的作用。

这一事实并不意味着共享经济不应该得到鼓励和支持。恰恰相反，对劳动力未来所带来的挑战最好的解决方式——事实上也是唯一真正的解决方式，将来自市场，来自创新者和企业人士的技术创造。共享经济模式下的公司就是创新的例子，它们能增加人类劳动力的价值而不是减少其价值。因为我们认为工作是非常重要的，政策制订者应该鼓励这一新生事物。

---

1. 该名称来源于欧洲18世纪的一个故事，一位发明家号称发明了一件会下棋的机械，能够与人对弈，而且带着它横扫欧洲的各位象棋大师。后来一位国王下令拆掉这台机器，才发现里面藏着一个真人，真正与人对弈的不是机械，而是其中藏匿的真人。亚马逊公司借用这个故事为其网络服务命名，通过此网络服务可以提交一个任务请求，这个任务不是由计算机完成的，而是由服务后台的人工完成。——译者注
2. 拉斯韦加斯最繁荣的街道。这里汇集了最豪华的酒店、赌场、餐馆与购物场所，是拉斯韦加斯的灵魂与象征。——译者注

进步需要疯狂的思想

我们已经讨论了未来的前景，也讨论了经济学家和社会学家、企业人士和零售店员，甚至是科幻小说作者，该如何塑造我们的未来，我们对这一过程中迸发出的思想理念的广度和深度印象非常深刻。这种思维的冲击是非常有价值的，因为我们需要更多新的能够带来彻底变革的思想——更具有实践意义的思想，以应对技术进步的影响。在这里，我们列举几条这样的思想，并不表示我们赞同这样的思想，而是借以激发更加深刻的思想：在第二次机器革命时代持续进展的过程中，我们该如何应对与介入。

· 创立一个全国性的资本所有权多元且基本不可分割（或让与）的共同基金，利用这一基金为国民不断地提供资本红利，但要确保这种资本的回馈不会高度集中于某些群体。

· 使用税收、调控、竞赛、应对挑战或者其他激励手段努力引导技术变革，引导的方向是能够增强人类能力的机器而不是替代人类的机器，是新的产品和服务而不是仅仅为了节省劳动力。

· 奖励那些通过非营利组织和其他组织机构做对社会有益的工作的人们。

· 鼓励只有依靠人类才能完成的特殊工作，比如照看婴儿和幼儿的工作。

· 开启一项“贴人类制造标签”的运动，就像我们现在的有机食品，或者对雇用人类劳动力的公司进行声誉奖励，就像可以被购买的碳补

偿。如果有些消费者希望购买“人类制造”的产品，那么这些标签和声誉应该有助于他们的选择。

· 对食品、服装和住房这些基本需求提供保证，消除极端贫困，让市场调控贫困水平之上的收入。

· 依靠由政府召集的项目增强社会的机能，比如利用类似大萧条时期的“民间资源保护队”（Civilian Conservation Corps）[注]对环境进行清洁保护、建造基础设施以及解决其他公共产品的短缺。但有一个改变是，要增加“工作福利制度”的作用，也就是对需要的工作直接支付报酬。

这些思想中的每一种思想都有一定的发展前景，当然也有一定的瑕疵。我们毫不怀疑，可能还有其他思想会更加有效。[注]

当然，仅有理论还是有一定局限性的。可能我们能给的最好建议是鼓励政策性的实验，并寻找系统性测试思想的机会，然后从成功和失败中吸取经验和教训。事实上，不论是从个人还是行业，甚至是整个国家来看，今天第二次机器革命时代的经济特色都在某些领域体现了出来。在这一过程中，有一些经验和教训是值得我们吸取的。比如，当彩票中奖者不再需要工作时，他们会如何反应？我们能从像体育、电影和音乐这些高收入超级明星云集的行业中吸取什么样的经验和教训？当像挪威和阿拉伯联合酋长国这样国家的居民能够凭借对主权财富基金的继承而得到巨额财富时，他们又会面临怎样的机会和挑战？那些曾经在17世纪帮助富有土地所有者的子女们获得成功的制度和激励因素是什么，这些因素在其他条件不具备的前提下，是否还能在今天继续创造出极富发明和创造性、又富有乐观精神的天才人物呢？

在未来10年，我们还将会非常幸运地见证一波令人吃惊的技术浪潮袭来。但它们的发生需要我们经济制度和社会体系的改变。如果我

们的系统和思维模式能够保持最大的灵活性，那么我们将处在一个辨识和做出这些改变的最佳位置。从其他思想中吸取经验并用于我们自己实践的意愿——前提是我们拥有开放的思想和开放的制度，将是获得成功的标志。

---

1. 当罗斯福任纽约州州长时，萌发了一个计划——通过开展植树造林的活动为失业人员提供工作，这就是成立民间资源保护队的初步构思。后来，该保护队召募年轻人到农村地区保护国家的自然资源，这些年轻人在农村种植树木，维护国家公园。他们还和农民合作，发展农业技术，保护土壤抵御风沙和雨水的侵袭。民间资源保护队在美国现代历史上占有非常重要的地位，它不仅在一定程度上缓解了美国当时所面临的环境危机和社会危机，而且扩展了资源保护运动的范围和群众基础，为战后美国的环境保护运动埋下了伏笔。——译者注
2. 我们对你们最喜欢哪种思想非常感兴趣，也欢迎你们提出其他更好的思想。联系我们请访问www.SecondMachineAge.com，让我们一起来分享你们的创见。

第15章 技术与未来：命运由我们自己塑造（和“技术是未来”截然不同）

“机器并没有把人从天然的难题中隔离出来，而是让人更加融入进去。”

——安东尼·德·圣–埃克苏佩里（Antoine de Saint-Exupery）

法国作家、飞行员

人类一直有一个最古老的梦想：有一天，我们不需要做任何事就能实现所有的物质梦想，而且可以自由追求我们的兴趣、乐趣或激情。在未来的某一天，任何人都不会再从事毫无乐趣的工作，因为食物、衣服、住所和其他所有生活必需品都由自动化的仆人给我们提供。这种梦想还演变成了一些流传很广的故事。但对于大部分历史时期来说，这些故事所描绘的基本上是：在这些神话和传说中，那些幻想的自动化机器都是泥身［就像犹太机器人（Jewish Golem，犹太传说中的有生命的泥人）或神话传说中用来对抗索尔（Thor，北欧神话中司雷、战争及农业的神）的挪威泥巨人莫克卡尔菲（Mokkerkalfe，又可写作Mokkerkalfi）］、金身［在《伊里亚特》（*Iliad*，相传为荷马写的古希腊史诗）中，荷马描绘的由赫菲斯托斯（Hephaestus，希腊神话中的火神与手艺异常高超的铁匠之神，奥林匹斯12主神之一）锻造的珍贵金属打造的仆人和自动行走的三脚鼎］，或者皮革和木头（在中国古代经典《列子》中，工匠偃师就用血肉和骨架打造了一个人造人）。但不论制作“机器人”的材料如何变化，人类的梦想始终没有改变。

人类的自由梦想最终是通过机器劳动力实现的，我们使用的材料是硅、金属和塑料。它们是第二次机器革命时代的物质材料，而且很快地，这些数字计算机、电缆和传感器的核心材料就迅速传遍了世界。

这些材料的可能组合在以前的时代里是不存在的。对所有以前时代的人们来说，当他们在头脑里想到用一些材料来制作人类的助手时，他们能够想到的也只有故事了。

我们这个时代是不同的。

现在当我们想象一台能够做人类工作的机器时，我们是有信心的：虽然这种自动化的机器在以前没有存在过，但至少有一个很好的发展机会，因为可能有人正在实验室或车库里打造这类机器的“0.1版”。在过去的三年时间里，我们两个人拜访了很多这类的创新者，也参观了他们的工作间，第二次机器革命时代精妙的技术让我们惊呆了。

对这种背景进行调查和分析之后，我们非常有信心地认为我们现在正处在一个重大的转折点上——和工业革命所带来的深刻变革几乎相同的重大转折的早期阶段。不仅仅是新技术指数级、数字化和组合式的进步与变革，更多的收益还在我们的前面。在接下来的24个月的时间里，这个星球所增长的计算机能量将超过之前所有历史阶段的增长总和。在过去的24年时间里，这种增长可能已经超过了1000倍。我们已经数字化的信息是以艾字节为计量单位的，但这些已经数字化的数据信息还在以比摩尔定律更快的速度增长。

我们这一代将很可能会幸运地经历人类历史上两个最让人吃惊的事件：真正的智能机器被创造出来，以及所有人通过共同的数字网络彼此互联。这两个事件将改变我们这个世界的经济发展模式。创新者、企业人士、科学家、小工匠以及各种各样的极客们将利用这个充

裕的世界去创造能让我们吃惊和愉悦、能给我们带来工作的技术。这种进程不断反复下去，就可以有力地说明，阿瑟·C.克拉克所评论的“任何足够先进的技术都称得上是魔力之源”的说法究竟有多么正确。

我们将不断冒险

然而，正像我们看到的，并不是所有的消息都是好的。这本书的中间章节已经表明，虽然技术所带来的红利正在增加，但收入分化也在扩大。而且更大的分化不是即将到来的五彩缤纷的技术时代所带来的唯一负面结果，我们的时代还将面临其他挑战，这些挑战在经济中并不是根深蒂固的。

当我们更深地进入第二次机器革命时代时，这些危险不论是源于偶然还是蓄意的，都将会愈加严重，虽然物质的需求和欲望可能相对不是那么重要了。我们将会更加关注类似灾难性事件、真正存在的风险、自由vs.暴政，以及技术所带来的无意识的或者意想不到的负面效应。

数字化世界密集性和复杂性的背后，风险将如影随形。我们的技术基础设施正在变得前所未有的复杂且高度互联。例如，互联网和内联网现在连接的不仅仅是人和计算机，还有电视机、恒温器、防盗报警器、工业传感器和控制器、机车、汽车以及数不胜数的其他多种设备。很多设备都可以彼此反馈，而更多的设备主要依靠一些附属系统（像连接互联网的路由器）进行调控。

任何将复杂性和紧密性整合在一起的系统都有两个相互关联的弱点。首先，更容易看到一些微小的疏漏以让人无法预料的序列连续发生，就有可能变成更大的、更具破坏性的大事故。对于这种事故，社会学家查尔斯·佩罗（Charles Perrow）贴上了“系统事故”或“常规事故”的标签。这类事故有1979年的三里岛核工厂事故、2003年8月影响了美国东北部4500万人口的大停电事故，以及很多其他事故。

其次，集复杂性与紧密性于一体的系统更容易成为那些间谍、犯罪分子以及追求极大破坏性的极端分子的选择目标。最近的例子是超级工厂病毒（即Stuxnet蠕虫病毒），它可能就是在政府的实验室里培育的。2010年，超级工厂病毒侵入伊朗核设备，破坏了它的西门子工业设备的控制系统。蠕虫可以在个人计算机之间迅速传播，当它发现了攻击机会，就会对类似西门子机器这样的设备系统进行大肆破坏。

直到最近，人类还不具备摧毁自身的能力，但今天我们做到了。而且，由于技术正在变得强大而廉价——而且更加无处不在，所以越来越多的个人手中都已经掌握了这种力量。掌握这些力量的个人并不都是理智的、意图良好的。正像比尔·乔伊（Bill Joy）和其他人士所注意到的，基因工程和人工智能都能创造自我复制的实体。这就意味着，在地下实验室工作的某个人，有一天就可能利用这些技术发动足以影响整个地球的破坏性攻击。同样的科技突破也出现在基因组测序领域，这一突破能够治愈疾病，也能用于生产天花病毒的攻击性版本。计算机程序也能进行自我复制，变成数字化病毒，因此能够传播思想和创新理念的全球网络也能传播破坏性力量。对于任何个人或个体组织所能带来的破坏性的规模已经越来越无法限制了。那么我们发现并抵制使用这种破坏性技术的能力，是否已经强大到足够保护我们安全的程度？这一问题的重要性将日益凸显。

乔治·奥威尔（George Orwell）、威廉·吉布森（William Gibson）和其他人士都描述了一个反乌托邦的社会场景：自由失去了，暴虐的统治者被赋予了使用技术和控制信息流的权力。埃里克·施密特（Eric Schmidt）和贾里德·科恩（Jared Cohen）在他们的书《新数字化时代》（*The New Digital Age*）中描述了这类技术，同时也涉及了一些反制措施。同样的工具既能使人密切地监视这个世界，也能赋予政府和他们的对手监视人们做什么以及与谁交流的能力。在我们知道越多的能力和我们阻止其他人知道我们的能力之间，一直存在着剑拔弩张的紧张局面。当信息被最大程度的模拟和本地化之后，物理世界的法则就创

造了一个自动的隐私区。而在一个数字化的世界中，针对哪些信息流是可以被允许或者被阻止的，哪些是需要鼓励或打压的，都需要在制度、激励、法律、技术或者规范方面进行清晰的设计和规划。

从很多方面来说，技术也能给人们带来让人无法预料的副作用——从使人上瘾的游戏和数字化对人精力的分散到利益群体的网络巴尔干化（即碎片化），从社交孤立到环境退化。即使看起来“充满善意”的创造和发明——比如能够大幅延长人类寿命的技术，也有可能带来巨大的社会剧变。注

---

1. 格雷格·曼昆曾经对一个想法进行过认真思考：如果一种药片在研发出来之后能延长任何人一年的寿命，但其生产成本却高达每片10万美元——这种成本是大多数人负担不起的，那么我们是要放弃它，还是要进行配给或者以某种方式进行调控？

奇点正在迫近吗㊟

最后且最遥远的可能性是另一类科幻小说的主题：拥有完整、完全意识的机器的发展。关于当计算机和机器人具备了“真正的”思维之后会发生什么，有两条思维主线——一个是反乌托邦的，另一个是乌托邦的。反乌托邦的描述可以在《终结者》和《黑客帝国》这两部电影以及无数的科幻小说中寻找到。它给人带来了无法抵御的娱乐享受，而且当技术持续进步并进一步展示类人的能力时，它的出现看起来越来越合理了。毕竟，协同合作也是这些能力中的一种，因此为什么人们不能合作创造“沃森”、Google无人驾驶汽车、波士顿动力公司的大狗机器人以及其他很多智能机器人的未来版本呢？如果能这样做，难道人们不能很快意识到我们人类竟然如此糟糕地对待技术，不用细想就把它们丢弃掉？人类孤立的自我保护好像也会刺激“数字化军队”向我们开战（可能“敌人”会把Siri当作翻译器）。

在数字意识的乌托邦版本里，我们人类不会与机器抗争；我们加入了它们，把我们的脑力活动上传到云中，随之成为“技术奇点”的一部分。“技术奇点”这个词是1983年由科幻小说家弗诺·文奇（Vernor Vinge）创造的，他预测：“我们很快就能创造比我们自己更高的智慧……当这一切发生的时候，人类的历史将到达某个奇点，这种智力的转变，就如同黑洞中心错综复杂的时空一样令人费解，而这样的世界将远远超出了我们的理解能力。”

文奇和其他一些人士认为，到达这一奇点的进程要受到摩尔定律的驱动。它的成倍累积效应将最终创造出计算处理能力和存储容量比人类大脑还要强大的计算机。一旦这一切发生，事情就变得极其不可预测了。机器就会具有自我意识，人类和计算机毫无缝隙地合并在一

起，或者其他根本性的转变也会出现。雷蒙德·库兹韦尔对指数级能量提升的解释超过了任何人，他在2005年的书《奇点临近》（*The Singularity Is Near*）中写道，按照现在的进展速度，这些转变将发生在大约2045年。这种奇点的说法有多少合理性，或是否会像电影《终结者》里的场景，诚实地说，我们并不知道。对于数字化的所有事情，最明智的做法就是“永远也不要说绝不会”，但我们仍旧有很长的一段路要走。

《危险边缘》中的超级计算机以及无人驾驶汽车科幻小说般的能力容易给人以误导。因为它们是数字化技术做“类人”工作的例子，它们会使我们认为技术本身正变得像人类。然而，它们却不是。我们人类创造机器的目的是为了做这个世界上动物和人类曾经做过的事情，而不是以自然创造我们人类的方式来创造机器。正像人工智能先驱弗雷德里克·贾里尼克（Frederick Jelinek）精彩表述的：“飞机不会拍打它们的翅膀。”

当科学家、工程师和其他创新者工作的时候，经常会从生物学领域获得某些线索，这一点是确定无疑的。但如果认为这样的事情经常会发生，或者认为人工智能最近出现的重大进步之所以会产生，是因为我们正变得越来越善于模仿人类思维，那就是错误的了。记者史蒂夫·贝克（Stephen Baker）花费一年的时间对“沃森”项目团队进行调查研究，最后写成了《最后的〈危险边缘〉游戏》（*Final Jeopardy!*）一书。他发现：“IBM项目团队在设计‘沃森’的程序时，几乎不关注人类大脑。任何和人类大脑的相似之处都是表面的，只是偶然性的结果而已。”

正像我们在调查、搜集这本书的材料时，都会从大多数与我们对谈的创新者那里听到相似的观点。他们中的大多数不是在努力解开人类意识的神秘之处，或者是在精确地理解我们如何思考；他们所做的是努力解决问题，并且抓住一切可能的机会。当他们这样做时，有时

会设想出一些类人的技能和能力。但这些工具本身跟人类根本不是一回事。总而言之，当前的人工智能看起来很智能，但它只是“模仿”的相似。这种状况可能在未来会改变。我们可能已经开始创造跟我们的思维更接近的数字化工具，甚至可能利用我们迅速提升的技能去扫描并描绘我们的大脑图谱。如果我们能做到这些，那些数字化的思维将大大增强我们的思维能力，甚至可能最终把人类思维融入其中，或者它们自己的思维也会具有自我意识。

---

1. 在美国未来学家雷蒙德·库兹韦尔的理论中，奇点是指人类与其他物种（物体）相互融合，确切来说，是指计算机智能与人脑智能兼容的那个神妙时刻。——译者注

未来在哪里

即使面临所有这些挑战——经济的、基础设施的、生物的、社会和其他存在的，我们仍旧是乐观的。借用马丁·路德·金的话，历史的弧线虽然很长，但它是向正义弯曲的。我们认为数据是支持这一切的。我们已经看到的不仅仅是财富的巨额增长，还有整体上更多的自由、更多的社会正义、更少的暴力犯罪，以及更少的困境（最不幸的人也能避开）、更多的机会（越来越多的人都能获得）。

在查尔斯·狄更斯（Charles Dickens）的《圣诞颂歌》（*A Christmas Carol*，是英国伟大的批判现实主义作家查尔斯·狄更斯的三部圣诞小说之一，创作于1843年）中，当未来之灵指向斯克鲁奇的墓碑，斯克鲁奇问道："这是必须的，还是可能的？"对于技术问题和世界的未来状态，它是后者。技术创造了可能性和潜力，但最终我们的未来将取决于我们所做的选择。我们能获得前所未有的红利和自由，或者比人类任何时期都更大的灾难。

我们正在创造的技术为改变这个世界提供了更大的力量，但伴随这种力量的是更大的责任。这就是为什么我们不是技术决定主义者的原因，而且这也是我们为什么在这本书里要用三个章节提出一系列建议——我们认为这些建议能够增加我们实现一个共同繁荣社会的机会。

但从长期来看，真正的问题将超越经济增长。正像越来越多的工作正在由机器完成，人们可以把更多的时间花费在其他活动上。这些不仅仅是休闲和娱乐，还有从发明和发现、从创造和创建以及从爱、友好和社群中所获得的深深的满足感。我们没有很多标准的规范去衡量这些价值——可能我们永远也不会有，但在我们满足更多的经济需

求时，价值的重要性就会体现出来。如果第一次机器革命时代帮助打开了封锁在重塑物理世界的化学键中的能量之源，那么第二次机器革命时代真正的前景就是，它将帮助打开人类的创造之源。

我们的成功将不仅依靠我们的技术选择，甚至还要依靠新组织和新机制的共同创造。正像我们可以随心所欲地做可做之事一样，我们所珍视的“价值”将不可避免地变得极其重要。我们将选择让信息广为传播还是严密控制？我们的繁荣能够广泛共享吗？我们能给我们的创新者提供什么样的奖赏？我们能够创建富有生机和活力的关系和社群网络吗？我们每个人是否都有发现、创造并且享有最佳生活状态的机会？

在第二次机器革命时代，我们需要更深刻地思考我们真正需要什么，我们珍视的价值是什么，不论作为个人还是作为社会。我们这一代继承了比任何一代人都多的改变世界的机会。这是乐观主义的一个原因，只要我们留心我们的选择。

技术不是命运，命运由我们自己塑造。

致谢

关于这本书是如何出版的，有一个平凡的故事，同时也是一个特别的故事。很多人参与到了其中一个故事之中，还有一些人两个故事都参与了。

这个普通的故事是关于我们对数字技术发展进程的研究，以及这一进程对经济和社会的影响。在这本书的其中一部分，我们谈到了两种主要类型的“极客”（这是给我们的标签，而我们认为这是对我们最高的赞誉）：那些研究经济和其他社会科学的人，以及那些推动技术进步的人。在前一个群体中有苏珊·埃塞（Susan Athey）、戴维·奥特尔（David Autor）、佐伊·贝尔德（Zoe Baird）、尼克·布卢姆（Nick Bloom）、泰勒·考恩（Tyler Cowen）、查尔斯·费德（Charles Fadel）、克里斯蒂娅·弗里兰（Chrystia Freeland）、罗伯特·戈登（Robert Gordon）、汤姆·卡利尔（Tom Kalil）、拉里·卡茨（Larry Katz，即劳伦斯·卡茨）、汤姆·科汉（Tom Kochan）、弗兰克·列维（Frank Levy）、詹姆斯·马尼卡（James Manyika）、理查德·莫尼恩（Richard Murnane）、罗伯特·普特南（Robert Putnam）、保罗·罗默（Paul Romer）、斯科特·斯特恩（Scott Stern）、拉里·萨默斯（Larry Summers，即劳伦斯·萨默斯）和哈尔·瓦里安（Hal Varian），他们极大地帮助了我们的思考。在后一个群体中有克里斯·安德森（Chris Anderson）、罗德尼·布鲁克斯（Rod Brooks，即罗德尼·布鲁克斯）、彼得·迪亚芒蒂思（Peter Diamandis）、以法莲·赫勒（Ephraim Heller）、里德·霍夫曼（Reid Hoffman）、杰里米·霍华德（Jeremy Howard）、凯文·凯利（Kevin Kelly）、雷·奥莱利（Ray O’Reilly）、桑迪·彭特兰（Sandy Pentland）、布拉迪·坦普尔顿（Brad Templeton）和威维克·瓦德华（Vivek Wadhwa）。他们所有人都慷慨地与我们分享

了他们的时间和精力，而且对我们提出的问题也进行了不厌其烦的解答。我们竭尽全力地思考他们与我们分享的真知灼见，在这本书中转述他们的思想时，对于出现的任何错误，我们都表示诚挚的歉意。

这两个群体中的一些人员还在麻省理工学院参加了由约翰·莱纳德（John Leonard）、弗兰克·列维（Frank Levy）、丹妮拉·鲁斯（Daniela Rus）、赛斯·特勒（Seth Teller）组织的一系列特别午餐会。在午餐会上，麻省理工学院经济系、斯隆管理学院和计算机科学与人工智能实验室的人员会聚拢在一起，探讨他们共同感兴趣的话题。我们参加这种跨学科的讨论，不带有有任何功利性或者强迫性，完全是出于好奇心和求知欲，那种走马观花、浅尝辄止式的学术交流在这里没有生存的土壤。

正像这些午餐会所表明的，麻省理工学院本身就是这本书的一个重要篇章。它是哺育我们学术成长的美好家园，我们非常感谢斯隆管理学院的院长戴维·施密特莱因（David Schmittlein）和副院长S.P.科萨里（S. P. Kothari）。这里是一片谦和的学术沃土，也是一所让人无比向往的学术殿堂。

在这本书开始的时候，我们咨询了拉斐尔·萨加林（Raphael Sagalyn）——之后我们才知道他是书稿代理人中大名鼎鼎的人物［他是同样赫赫有名的安迪的演讲代理人琼·鲍威尔（Joan Powell）介绍给我们认识的］。拉斐尔想知道我们是否有兴趣把我们自出版的电子小书《与机器竞赛》（*Race Against the Machine*）扩展成一本“真正”的书，也就是一部由出版商和编辑打造的精装图书。当然，我们知道拉斐尔所指的“真正”的书意味着什么。

随后我们的兴趣被激发了出来，因为在我们的电子书《与机器竞赛》出来之后，我们从来没有停止过一起探讨相关的思想。事实上，由于这本电子书的出版，我们对技术进步的概念及其对经济影响的兴趣更加浓厚了，我们对它激起的全世界范围内的很多讨论乐此不疲。

因此，我们很快就决定与拉斐尔合作，并期待能与主流出版商共享我们的兴趣。

令人兴奋不已的是，我们也因此结识了我们的编辑布兰登·柯里（Brendan Curry）以及他在诺顿出版公司（W. W.Norton）的同事们。然后就在紧张的截稿日期促动下努力赶稿，在布兰登和他的同事米歇尔·科勒斯（Mitchell Kohles）和塔拉·帕沃兹（Tara Powers）的帮助下，稿件逐渐成形。我们非常感谢他们的建议和满腔的热情，虽然他们面临着压力，但一切都在有条不紊地进行着。

在我们兴致勃勃、全身心投入这本书创作的过程中，我们的同事、家人和朋友都提供了莫大的帮助，对他们的感激之情无以言表。给我们提供与技术亲密接触机会的朋友有：戴夫·费鲁奇（Dave Ferrucci）和他在IBM的同事们把“沃森”带到了校园，罗德尼·布鲁克斯向我们介绍了Baxter类人机器人，卡尔·巴斯（Carl Bass）在欧特克公司总部让我们操作了3D打印的一系列物品，Google公司拥有魔法般力量的贝琪·马谢洛（Betsy Masiello）给我们提供了亲身体验无人驾驶汽车的机会。我们还要感谢我们课堂上的学生们，因为对于书中涉及的很多思想，他们都是第一批反馈的读者——虽然这些思想并不成熟。

我们尤其要感谢我们的数字前线（Digital Frontier）团队，这个团队的成员和我们拥有相同的兴趣和共同的目标，而且还会定期聚集在一起创造、共享、打磨创新思想——其中很多思想在这本书中都有所体现。马特·比恩（Matt Beane）、格雷格·吉姆佩尔（Greg Gimpel）、黄山（Shan Huang，音译）、金景熙、托德·鲁夫巴洛（Tod Loofbourrow）、弗兰克·马克克洛伊（Frank MacCrory）、迈克斯·诺维德斯泰恩（Max Novendstern）、吴珠熙、沙哈尔·瑞克曼（Shachar Reichman）、吉拉姆·圣·雅克（Guillaume Saint Jacques）、迈克尔施拉格（Michael Schrage）、迪帕克·谢蒂（Dipak Shetty）、加布里埃尔·昂格尔（Gabriel Unger）和乔治·维斯特曼（George Westerman）帮助我

们在数字化的前沿阵地上不断开拓。关于书中涉及的很多图表，马特和迪帕克提供了很大帮助。对于书稿，加布里埃尔、乔治、格雷格、迈克尔和托德都进行了认真的评论。迈克斯在截稿日期的压力下，花费无数个小时用于校对事实和数据。梅根·亨尼西（Meghan Hennessey）有效地管理了埃里克日益繁杂的工作日程，而玛莎·帕弗拉基斯（Martha Pavlakis）在与恶性肿瘤斗争并击败它的过程中所展示的力量、勇气和胸怀也在提醒他生命中什么才是最重要的。埃丝特·西蒙斯（Esther Simmons）不断地鼓励和督促安迪，而安迪的家人也给予了他精神上的鼓舞，塔蒂阿娜·灵格斯–韦伯（Tatiana Lingos-Webb）则一直努力让他保持一个愉悦的心情（有时这一点也不可小觑）。

最后，对于麻省理工学院数字化商业和数字化经济倡议中心的同事们，我们都要表示无以复加的感谢。塔米·布泽尔（Tammy Buzzell）和贾斯丁·洛克威茨（Justin Lockenwitz）一直就像上紧的发条一样运转不止，而执行主任戴维·威瑞尔（David Verrill）一直在做着让我们吃惊不已的事情，而且始终都是从容不迫。我们还要重复之前我们说过的话：不论在技术领域需要什么样的技能和能力，如果不努力付出，就不会轻易获取。

译后记

西周时期，周穆王向西巡游，在异域之地偶遇奇人偃师，偃师以信人向穆王献技。《列子·汤问》有云：“巧夫！领其颅，则歌合律；捧其手，则舞应节。千变万化，惟意所适。”用今文表述则为：“巧妙啊！它抑低头就歌唱，歌声合乎旋律；它抬起两手就舞蹈，舞步符合节拍。其动作千变万化，随心所欲。”

“偃师献技”多半是神话传说，若果真如此，现代机器人也会自叹弗如。设若按照惯常思维，偃师所造之人，岂不永无面世之日？在《第二次机器革命》这本书中，麻省理工学院的埃里克·布莱恩约弗森和安德鲁·麦卡菲却给了我们一个不一样的答案。

想一想就毛骨悚然，指数级的增长就像毛球一样，其繁殖能力就是毛球，就是棋盘的另一半；数字化的进步如同“沃森”，它不仅可以成为世界一流棋手，还可以成为百科全书式的临床医生；而组合式创新就像积木一样，面对成千上万的创新模块，你想要多少创新模式？随你想吧。

20年前，谁能想象得到超级计算机可以应用于智力竞赛、智能机器人？在现在之后的20年时间里，谁又能说机器人不可能拥有思想和感情？两位作者的感悟是，在技术领域“你永远也不要说绝不会”。

传说中的偃师所造之人不仅外貌完全像一个真人、能歌善舞，而且还有思想感情，甚至有了情欲，能以假乱真。当现代机器人拥有了思维和自我意识之后，如何不能有思想感情？我猜想。

在这本书中，作者用了很大篇幅阐述了智能机器人、智能应用程序这些数字化的技术进步。但他们的目的不仅仅是介绍智能机器的研发与制造，而是关注第二次机器革命如何推动社会的发展。

事实上，社会发展的浪潮此起彼伏，很多人惊叹于技术进步的日新月异，很多人在描述数字化生存的到来，也有很多人对自动化机器的无所不能而感慨万千，但没有人能够整合并且认真思考这一切对全球经济、每个国家、每届政府、每家企业、每个个人的意义在哪里。然而，两位作者在这本书中做到了。

推动实体经济的发展不仅仅需要虚拟世界的资本，更需要数字化世界的技术。第二次机器革命发端于美国等技术发达国家，但它的核心影响力却在中国。中国劳动力成本的不断提升也使中国制造业的成本优势不复存在：一方面，美国、日本等发达国家可以借助第二次机器革命时代的自动化和机器人生产线推动其国内制造业的复苏；另一方面，复苏的发达国家的制造业势必会不断挤压中国制造业的生存空间。当技术浪潮突然袭来，作为制造业大国的中国政府、中国企业和普通员工，该如何面对这场剧变?

与机器竞赛：胜了，一个国家可以凭借创新之策从容完成实体经济的转型之路，一家公司可以从运营管理、生产模式方面进行一次深刻的、能够引领未来的技术变革，一位员工面对变幻莫测的就业市场也可以应对自如；败了，一个国家可能就会失去至少20年的发展机会，一家公司可能会“受挤压变形或破产”，一位员工可能因为没有超越机器的一技之长而被这个世界淘汰。世上很多事，胜败往往就在一念之间。

第二次机器革命时代，促进技术变革的力量虽然渺小虚弱，但终究能够改变历史的进程；阻逆技术变革的力量即使庞大无比、很难撼动，最终也会成为历史的笑柄。新时代的勒德分子能逆社会的潮流而动吗？我在怀疑。

全书案例丰富，叙述生动，条分缕析般把第二次机器革命时代的美妙画面生动地展现在我们面前。相信阅读完这本书，你看到的将是一头大象，而不仅仅是大象的尾巴或耳朵。

借用劳伦斯·萨默斯的半句话，全球化是20世纪末期最重要的经济话题，有《世界是平的》为证；而在21世纪初期，技术变革将会成为社会的热点话题，《第二次机器革命》可以为证。

翻译此书，难度之大，虽远远比不上偃师造人，但也难免要“夜里挑灯，梦回千转”。一是翻译的三大准则“信、达、雅”须尽力而为，二则对于一本可读性如此之高的书，颇有缱绻难舍之感。但译事之难如同戴着脚镣的舞蹈，此书的翻译虽并非挂一漏万，但疏漏之处，在所难免。恳请读者多多批评指正。

蒋永军

2014年7月7日于京城